



เครื่องปลูกถั่วเหลืองแบบเตรียมดินน้อยที่สุดติดรถไถเดินตาม
 MINIMUM TILLAGE PLANTER ATTACHED POWER TILLER
 FOR SOYBEAM



โดย
 นายมรกต คำผิง
 นายสงวน ศรีปัญญา
 นายสุชาติ สวัสดิ์ศรี

วัน เดือน ปี..... 4 ต.ค. 2541
 เลขทะเบียน..... 038638
 เลขเรียกหนังสือ..... T.401099/พ.ค.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
 สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

038638

ปีการศึกษา 2540

เครื่องปลุกถั่วเหลืองแบบเตรียมดินน้อยที่สุดติดรถไถเดินตาม

โดย

นายมรกต คำผง

นายสงวน ศรีปัญญา

นายสุชาติ สวัสดิ์ควง

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2540

ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องปลูกถั่วเหลืองแบบเตรียมดินน้อยที่สุดคิดรถไถเดินตาม

ผู้จัดทำ

1. นายมรกต คำผง
2. นายสงวน ศรีปัญญา
3. นายสุชาติ สวัสดิ์ดวง



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.จิราภรณ์ เบนญาประกายรัตน์)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องปลูกถั่วเหลืองแบบเตรียมดินน้อยที่สุดติดรถเดินตาม

นายมรกต คำผาง
นายสงวน ศรีปัญญา
นายสุชาติ สวัสดิ์ดวง
อาจารย์จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2540

บทกัณฑ์ย่อ

เครื่องปลูกถั่วเหลืองแบบเตรียมดินน้อยที่สุดติดรถไถเดินตาม ประกอบด้วยตัวเบ็กร่องแบบ Inverted - T 3×10 เซนติเมตร สามารถปรับมุมจิกได้ ประกอบอยู่ข้างงานค้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร อุปกรณ์หยอดเมล็ดและอุปกรณ์ใส่ปุ๋ยเป็นชุดผ่านหยอดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 166 มิลลิเมตร จำนวน 5 รูหยอดต่อแผ่น ขับด้วยล้อจิกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร อุปกรณ์กลบดินเป็นล้อกลม 2 ตัว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ทำมุมเอียง 15 องศาจากแนวค้ำและสามารถปรับแรงกดได้

ผลการทดสอบเบื้องต้นในสภาพดินร่วนปนเหนียว ซึ่งมีความชื้นในดิน 30.18 เปอร์เซ็นต์ ความหนาแน่นรวม(ก่อนอบ) 2.025 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความหนาแน่นแห้ง(หลังอบ) 1.406 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในการปลูกจะได้ความกว้าง 8.6 เซนติเมตร และความลึก 3.9 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างเมล็ดกับปุ๋ย 2.6 เซนติเมตร สามารถกลบเมล็ดและปุ๋ยได้สมบูรณ์ โดยมีอัตราการหยอดเมล็ด 18.17 กิโลกรัมต่อไร่ อัตราการใส่ปุ๋ย 29.22 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความเร็วในการปลูก 1.87 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

MINIMUM TILLAGE SEEDER ATTACH POWER TILLER FOR SOYBEAN

MORAGOT KUMPOG

SA-NGUAN SRIPANYA

SUCHAT SAWATDEEDAUNG

JIRAPORN BENJAPRAGAYRAT ADVISER

1997

Abstract

Minimum Tillage Seeder Attach Power Tiller for soybean is compose of Inverted - T 3×10 centimetres that can adjust the angle of depression which installs inside dish 50 centimetres diameter. Seeder and fertilizer dropper are 166 millimetres diameter and 5 tubes in each , driven by prick's 20 centimetres diameter and 15 degree from vertical and can adjust the pressure.

The result of the test with clay loam that soil moisture is 30.18 percent , bulk density (before fume) is 2.025 gram per cubic centimetres , bulk (after fume) is 1.406 gram per cubic centimetres. From the test we will get 8.6 centimetres wide , 3.9centimetres deep , length between seed and fertilize is 2.6 centimrtres and can press them is complete which rate of drop is 18.17 kilogram per rai , rate of fertilize 29.22 kilogram per rai at velocity 1.87 kilogram per hour.

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(ก)
สารบัญรูปภาพ	(ข)
สารบัญตาราง	(ค)
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการออกแบบ	2
2.1 ถั่วเหลือง	2
2.2 เครื่องปลูก	9
2.3 การให้สารเคมี อุปกรณ์ให้ปุ๋ย	13
2.4 อุปกรณ์กลบดิน	16
บทที่ 3 การทดลองและออกแบบ	17
3.1 ข้อมูลเกี่ยวกับถั่วเหลือง	17
3.2 ออกแบบเครื่องปลูกถั่วเหลืองแบบเตรียมดินน้อยที่สุด	18
บทที่ 4 การทดสอบ	30
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	35
กิจกรรมประกาศ	36
เอกสารอ้างอิง	37

การขายรูปลาท

	หน้า
รูปที่ 3.1 โครงสร้างของเครื่องปลุกถั่วเหลืองแบบดินน้อยที่สุด	18
รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะของแผ่นหยอด	19
รูปที่ 3.3 ขนาดของถังบรรจุเมล็ดถั่วเหลือง	21
รูปที่ 3.4 ตำแหน่งติดตั้งของถังบรรจุเมล็ดถั่วเหลือง	21
รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะของล้อจิก	22
รูปที่ 3.6 แสดงภาพด้านหน้าและด้านข้างของตัวเบีกร่อง	23
รูปที่ 3.7 แสดงลักษณะของ Inverted - T	24
รูปที่ 3.8 แสดงส่วนของล้อกลบ	25
รูปที่ 3.9 ภาพด้านข้างของเครื่องปลุกแบบเตรียมดินน้อยที่สุดติดรถไถเดินตาม	26
รูปที่ 3.10 ลักษณะกลไกการหยอดปุ๋ย	27
รูปที่ 3.11 ชุดงานเบีกร่องและ Inverted - T	27
รูปที่ 3.12 ล้อกลบ	28
รูปที่ 3.13 เครื่องปลุกถั่วเหลืองแบบเตรียมดินน้อยที่สุดติดรถไถเดินตาม	28
รูปที่ 3.14 การติดตั้งเครื่องปลุกเข้ากับรถไถเดินตาม	29
รูปที่ 4.1 แสดงการกลบได้ 100%	33
รูปที่ 4.2 การหยอดปุ๋ย	33
รูปที่ 4.3 การวัดระยะห่างระหว่างปุ๋ยและเมล็ด	35

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1	19
ตารางที่ 4.1	31
ตารางที่ 4.2	32
ตารางที่ 4.3	33



บทที่ 1

บทนำ

“ถั่วเหลือง” เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยชนิดหนึ่ง ซึ่งใช้บริโภคภายในประเทศ อุตสาหกรรมน้ำมันพืช ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองและอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ปัจจุบันเกษตรกรได้ทำการปลูกถั่วเหลืองอย่างแพร่หลาย การปลูกถั่วเหลืองหลังการเก็บเกี่ยวข้าวเป็นส่วนหนึ่ง ในการใช้พื้นที่เพาะปลูกให้เป็นประโยชน์และเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรทางหนึ่ง ดังนั้นการปลูกถั่วเหลืองหลังการเก็บเกี่ยวข้าว จึงต้องมีการจัดการปลูกที่เหมาะสม เครื่องมือจักรกลการเกษตร จะเข้ามามีส่วนร่วมมากขึ้นเพื่อเป็นการลดแรงงานในการเกษตร และลดรายจ่ายในการปลูกถั่วเหลือง

เครื่องปลูกถั่วเหลืองแบบเตรียมดินน้อยที่สุดคิดลดไถเคินตาม จึงเป็นเครื่องจักรกลที่มีประโยชน์สำหรับเกษตรกร เนื่องจากเครื่องปลูกถั่วเหลืองชนิดนี้มีการเตรียมดินน้อยที่สุด คือ หลังการเก็บเกี่ยวข้าวจะทำการเผาซังข้าวหรือตัดต่อซังข้าวแล้วทำการปลูกถั่วเหลืองได้ทันที

เครื่องปลูกถั่วเหลืองแบบเตรียมดินน้อยที่สุดคิดลดไถเคินตาม จะประกอบด้วยชุดคันกำลัง อุปกรณ์หยอดเมล็ด อุปกรณ์ให้ปุ๋ย Inverter-T ล้อกลบ เครื่องปลูกจะทำการปลูกนำร่องและหยอดเมล็ด พร้อมกับให้ปุ๋ยแก่พืชไปพร้อมกัน แล้วทำการกลบโดยล้อกลบไปตามพื้นที่เพาะปลูก

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการออกแบบ

ถั่วเหลือง เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยใช้บริโภคภายในประเทศในรูปของอุตสาหกรรมน้ำมันพืช ผลิตภัณฑ์ จากถั่วเหลือง และอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ รวมทั้งบริโภคโดยตรงโดยการแปรรูป เป็นอาหาร เช่น เต้าหู้ เต้าเจี้ยว และอื่น ๆ

ปัจจุบัน การปลูกถั่วเหลืองไม่เพียงพอต่อการใช้ภายในประเทศ ดังนั้น รัฐบาลจึงได้มีการเร่งรัดการปลูกถั่วเหลือง จากสถิติการเพาะปลูกมีประมาณ 2.6 ล้านไร่ ผลผลิต 5.13 แสนตัน คิดเป็นมูลค่า 4,151 ล้านบาท โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 216 กิโลกรัมต่อไร่ แหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดสุโขทัย เลย เชียงใหม่ อุดรดิตต์ และกำแพงเพชร

2.1 ถั่วเหลือง

2.1.1. พันธุ์ถั่วเหลืองที่นิยมปลูกในประเทศไทย

ถั่วเหลือง มีถิ่นกำเนิด อยู่ในเขตอบอุ่น การนำถั่วเหลืองเข้ามาปลูกในประเทศไทย ซึ่งเป็นเขตร้อนมีอุณหภูมิและความชื้นสูง เหมาะแก่การเจริญเติบโตของโรคและแมลง จึงต้องมีการพัฒนาพันธุ์ให้เหมาะสมนอกจากนั้น พันธุ์ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ยังเหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่น ฤดูกาลและความต้านทานต่อโรคที่แตกต่างกัน กรมวิชาการเกษตร ได้ทำการปรับปรุงพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกในประเทศไทย ในแต่ละท้องถิ่นและส่งเสริมให้เกษตรกรทำการเพาะปลูก คือ

1. พันธุ์ สจ.1 เหมาะสำหรับการปลูกต้นฤดูฝน (เมษายน-มิถุนายน) อายุการเก็บเกี่ยว 94 วัน ไม่ต้านทานต่อโรคราสนิม ปัจจุบันไม่นิยมปลูก เมล็ดมีปริมาณน้ำมันและโปรตีนประมาณ 19 และ 35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2. พันธุ์ สจ.2 อายุการเก็บเกี่ยว 94 วัน ผลผลิต 200-300 กิโลกรัมต่อไร่ ต้านทานต่อโรคราสนิมดี เมล็ดมีปริมาณน้ำมันและโปรตีนประมาณ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

3. พันธุ์ สจ.4 อายุการเก็บเกี่ยว 85-90 วัน ผลผลิตเฉลี่ย 280 กิโลกรัมต่อไร่ ต้านทานต่อโรคราสนิมดีมาก เมล็ดมีน้ำมันและโปรตีนประมาณ 22.2 และ 37.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4. พันธุ์ สจ.5 อายุการเก็บเกี่ยว 92 วัน ต้านทานต่อโรคราสนิม โรคใบโกร๋น และโรคใบด่างคิพอสมควร เมล็ดมีน้ำมันและโปรตีนประมาณ 25.2 และ 37.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

5. พันธุ์สุโขทัย 1 เกษตรกรให้ชื่อว่า พันธุ์ผักบุ้ง อายุการเก็บเกี่ยว 96 วัน อ่อนแอต่อโรคเมล็ดสีม่วง เมล็ดมีน้ำมันและโปรตีนประมาณ 25.2 และ 37.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. พันธุ์นครสวรรค์ 1 เป็นพันธุ์ถั่วเหลืองที่อายุการเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 77 วันเหมาะสมสำหรับการปลูกก่อนหรือปลูกตามพืชไร่อื่น ๆ ผลผลิต 172-320 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ สจ.5 อ่อนแอต่อโรคราสนิม โรคราน้ำค้าง และโรคแอนแทรกคโนส เมล็ดมีปริมาณน้ำมันและโปรตีนประมาณ 23.1 และ 39.4 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

7. พันธุ์เชียงใหม่ 60 เหมาะสมสำหรับปลูกในฤดูฝนและฤดูแล้ง อายุการเก็บเกี่ยว 97 วัน ผลผลิตเฉลี่ย 236-252 กิโลกรัมต่อไร่ ทนทานต่อโรคแอนแทรกคโนส และโรคราน้ำค้าง ดีกว่าพันธุ์ สจ.4 และพันธุ์ สจ.5 เมล็ดมีปริมาณน้ำมันและโปรตีนประมาณ 20 และ 43.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.1.2. ฤดูกาลปลูก

การปลูกถั่วเหลืองในประเทศไทยแบ่งตามฤดูกาลปลูกได้ 3 ฤดู คือ ต้นฤดูฝน ปลายฤดูฝน และฤดูแล้ง ซึ่งเกษตรกรในท้องถิ่นต่าง ๆ นิยมปลูกตามสภาพของฤดูกาลแตกต่างกัน ต้นฤดูฝน การปลูกถั่วเหลืองในต้นฤดูฝน จะเริ่มปลูกตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน ท้องถิ่นที่ทำการปลูกในระยะเวลาดังกล่าวคือ จังหวัดสุโขทัย เฉพาะในเขตอำเภอสวรรคโลก และศรีสัชชนาลัยและทำการเก็บเกี่ยวในเดือนสิงหาคม-กันยายน พันธุ์มาตรฐานที่ปลูกกันเป็นส่วนมากคือ พันธุ์ สจ.1 สจ.4 สจ.5 เมล็ดที่ได้จากการปลูกนี้เป็นเมล็ดที่มีคุณภาพดีเนื่องจากเก็บเกี่ยวเมื่อหมดฤดูฝนแล้ว เรียกกันในทางการค้าว่าถั่วเหลืองพระพุทธรูป

ฤดูแล้ง การปลูกถั่วเหลืองในฤดูแล้งเป็นการปลูกในเขตชลประทานและปลูกในนาหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ระยะเวลาที่เหมาะสมคือตั้งแต่วันที่ 15 ธันวาคม-15 มกราคม จะให้ผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด การปลูกก่อนหรือหลังจากช่วงเวลานี้ ผลผลิตต่อไร่จะลดลง เนื่องจากจะประสบปัญหาโรคแมลงระบาดทำลายมาก ดังนั้นจึงควรจัดเวลาปลูกให้ตรงกับระยะเวลาที่กำหนด ส่วนมากนิยมปลูกในแถบภาคเหนือ เช่น จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดใกล้เคียง เมล็ดถั่วเหลืองที่ได้นี้มีคุณภาพดี การปลูกถั่วเหลืองในเวลาดังกล่าวไม่มีปัญหาเรื่องฤดูปลูก เพราะโดยทั่วไปแล้วเกษตรกรจะเก็บเกี่ยวข้าวตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม จึงสามารถเตรียมดินได้ทันเวลา ในภาคกลางเกษตรกรจะเก็บเกี่ยวข้าวไปจนถึงเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธ์ และในบางท้องที่ยังมีน้ำขังอยู่ในนาไม่สามารถเตรียมดินได้ จึงควรมีการพิจารณาเตรียมตัวล่วงหน้าไว้ก่อน สำหรับท้องที่ที่ต้องการปลูกถั่วเหลืองในนาภายหลังการเก็บเกี่ยวข้าว เช่น ปลูกข้าวให้เร็วขึ้น หรือปลูกข้าวพันธุ์ที่เบากว่าที่เคยปลูก และหาวิธีป้องกันไม่ให้น้ำเข้ามาในระบะที่ข้าวใกล้จะเก็บเกี่ยวแล้วถ้าไม่ดัดแปลงแก้ไขในระยะเวลาเก็บเกี่ยวให้เร็วขึ้น ก็จะทำให้การปลูกถั่วเหลืองช้ากว่ากำหนดเวลาที่เหมาะสม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญาตให้เนาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3. การจัดการระบบการปลูกพืช

พืชตระกูลถั่วที่ผลิตเมล็ดที่สำคัญของประเทศไทยในขณะนี้คือ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และถั่วเขียว มีความเหมาะสมที่จะนำมาปลูกในระบบการปลูกพืช ทั้งนี้เพราะ

1. เป็นพืชที่มีอายุสั้น เติบโตก่อนหรือหลังพืชหลักเพื่อเพิ่มรายได้ให้มากขึ้น

2. เป็นพืชตระกูลถั่วที่ให้ความอุดมสมบูรณ์ต่อดิน เนื่องจากขบวนการตรึงไนโตรเจนเป็นกิจกรรมของเชื้อไรโซเบียมกับพืชตระกูลถั่ว ทำให้สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาแปรสภาพเป็นสารประกอบในโตรเจนที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ เมื่อส่วนต่าง ๆ ของดินถั่วอันได้แก่ ราก ลำต้น ใบ และฝัก เน่าเปื่อยไปในดิน จะทำให้ดินมีปริมาณไนโตรเจนและอินทรีย์วัตถุสูงขึ้นเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ทำการปลูกร่วมหรือพืชที่ปลูกตามหลัง

ถั่วเหลืองในระบบการปลูกพืช

การปลูกถั่วเหลืองในระบบการปลูกพืชนี้จะต้องเป็นระบบการปลูกพืชในเขตที่มีการชลประทาน เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นพืชที่ไม่ต้านทานต่อความแห้งแล้งและต้องการเตรียมดินในแปลง (see bed preparation) ที่ค่อนข้างพิถีพิถัน และต้องการสภาพของดินร่วนซุย แต่เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นพืชที่ให้ผลผลิตสูงกว่าถั่วเขียวจึงเป็นพืชที่ทำรายได้ให้แก่เกษตรกรและเกษตรกรรู้สึกคุ้มต่อการปลูกและดูแลรักษา ตลอดจนการฉีดยาควบคุมวัชพืชและโรคมแมลง สภาพของการปลูกพืชที่กล่าวมานี้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่อยู่ในเขตชลประทานเป็นอย่างดี

เราไม่สามารถที่จะปลูกถั่วเหลืองในสภาพที่มีระยะเวลาการปลูกที่สั้นได้เหมือนในกรณีที่ใช้ถั่วเขียว เช่น การปลูกในช่องที่ฝนเริ่มตกในเดือนพฤษภาคม และเก็บเกี่ยวก่อนที่จะทำการปักดำข้าวในเดือนกรกฎาคมต่อสิงหาคม เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีอายุยาวกว่าถั่วเขียว ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีความไวแสงและช่วงแสงที่สั้นจะทำให้การออกดอกและอายุการเก็บเกี่ยวสั้นลง ดังนั้น อายุการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในช่วงฤดูหนาวจึงสั้นกว่าในช่วงฤดูฝน เนื่องจากช่วงแสง อย่างไรก็ตาม ถั่วเหลืองที่ปลูกในประเทศไทย เช่น พันธุ์ สจ.1 สจ.2 สจ.4 สจ.5 สุโขทัย 1 และเชียงใหม่ 60 นี้จะมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 95-100 วัน เป็นต้น

การปลูกถั่วเหลืองในระบบการปลูกพืชที่มีข้าวเป็นหลัก

เกษตรกรนิยมปลูกถั่วเหลืองในระบบการปลูกพืชที่มีข้าวเป็นหลักในพื้นที่เขตชลประทาน เช่น ภาคเหนือของประเทศไทย ในจังหวัดเชียงใหม่และเชียงรายนั้น มีการปลูกถั่วเหลืองตามหลังการปลูกข้าวฤดูที่สอง ในระบบการปลูกพืชที่มีข้าวปลูกอยู่สองฤดู ตามด้วยถั่วเหลือง ในพื้นที่ที่ได้รับการชลประทานนั้น เนื่องจากสามารถควบคุมปริมาณน้ำได้เป็นอย่างดี เกษตรกรจึงไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถที่จะปลูกข้าวฤดูแรกได้ในเดือนมิถุนายน และมีการปลูกข้าวฤดูที่สองในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และเก็บเกี่ยวในเดือนตุลาคม พฤศจิกายน เกษตรกรจะเริ่มปลูกถั่วเหลืองในเดือนธันวาคม ถึงเดือนมกราคม ซึ่งจะเป็นฤดูหนาว และเก็บเกี่ยวในเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน เป็นต้น ในการปลูกถั่วเหลืองตามหลังข้าวนี้อาจจะสามารถใช้น้ำชลประทานสำหรับการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองได้ ซึ่งจังหวัดที่มีการปลูกถั่วเหลืองหลังฤดูการทํานา ที่สำคัญจะอยู่ทางภาคเหนือตอนบน เช่น เชียงใหม่ ลำปาง ตาก เป็นต้น ฉะนั้น การจัดระบบการปลูกพืช 3 ครั้งต่อปีจึงเป็นไปได้สำหรับในที่มีการวางแผนการปลูกพืชเป็นอย่างดี

การปลูกถั่วในระบบการปลูกพืชอื่น

ถั่วเหลืองนั้นไม่เหมาะสมกับการปลูกในระบบการปลูกพืชแซม ซึ่งมีพืช เช่น มันสำปะหลังหรืออ้อยเป็นหลัก เนื่องจากการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองนั้นจะถูกกระทบกระเทือนต่อการแก่่งแย่งน้ำและแสงสว่างได้ง่าย เกษตรกรในอำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี นิยมปลูกถั่วเหลืองสลับระหว่างแถวกับข้าวโพดข้าวเหนียว โดยเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นฝักสด แต่อัตราปลูกสลับดังกล่าวยังไม่ได้มีการศึกษาจนได้รับข้อมูลเด่นชัดนัก หากการใช้อัตราปลูกที่มากเกินไป การเจริญเติบโตและผลผลิตทั้งข้าวโพดและถั่วเหลืองก็จะลดลงได้

ในสภาพ (Upland condition) นั้น เกษตรกรนิยมปลูกถั่วเหลืองในฤดูฝน เช่น ในแถบอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา หรืออำเภอพระพุทธรบาท จังหวัดสระบุรี ในบางครั้งมีการปลูกก่อนการปลูกข้าวโพดหรือหลังการปลูกข้าวโพด บางแห่งหยอดเมล็ดก่อนเก็บเกี่ยวข้าวโพด ซึ่งเวลาปลูกนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนและระยะเวลาที่ฝนตก ดังนั้น ในสภาพพืชไร่จึงสามารถปลูกถั่วเหลืองได้สองครั้งต่อปี คือ ในบางแห่งปลูกในต้นฤดูฝนหรือระยะเวลาที่ฝนเริ่มตก เช่น ในเดือนพฤษภาคม และในบางแห่งปลูกในช่วงปลายฤดูฝนหรือประมาณเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม

2.1.4. การเตรียมดิน

ควรปรับระดับของดินให้สม่ำเสมอมีความลาดเทเล็กน้อยเพื่อป้องกันน้ำท่วมขังเป็นหย่อมเนื่องจากถั่วเหลืองเป็นพืชที่ไม่ทนต่อสภาพน้ำขัง หากเกิดน้ำขังจะทำให้ถั่วเหลืองแคะแกรนใบเปลี่ยนเป็นสีเหลือง

1. การเตรียมดินในฤดูฝน เตรียมดินเหมือนพืชไร่ทั่วไป คือหลังไถพรวน 1-2 ครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของดิน และวัชพืชในแต่ละท้องถิ่นที่ประการสำคัญจะต้องเตรียมการระบายน้ำให้ออกไปจากแปลง ได้สะดวกเพื่อป้องกันน้ำท่วมเมื่อมีฝนตกชุก โดยขุดร่องน้ำรอบและระหว่างแปลงปลูก เกษตรกรโดยทั่วไปจะทำการเตรียมดินไว้ล่วงหน้าเมื่อฝนตก ดินร่วน ก็ทำการปลูกได้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลข สำหรับที่ปลูกในแถวข้าวโพดนั้นจะ ไม่มีการเตรียมดิน ถ้ามีวัชพืชอาจจะใช้กำจัดวัชพืชหรือทำการดายหญ้า ระหว่างแถวข้าวโพดแล้วขุดดินปลูกถั่วเหลืองเลข วิธีนี้อาจจะให้ผลผลิตถั่วเหลืองลดลง เพราะจำนวนต้นค่อนข้างน้อย

2. การเตรียมดินในฤดูแล้ว ในเขตชลประทานหลังการทำนาสามารถทำได้ทั้งไม่เตรียมดินและเตรียมดิน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของดินที่ปลูกคือ

การปลูกในนาโดยไม่มีการเตรียมดิน โดยปลูกในตอซังของข้าวซึ่ง ไม่มีการไถพรวนดินหลังการไถปลูก การปฏิบัติวิธีนี้เหมาะสมในพื้นที่ที่มีสภาพดินเป็นดินร่วนถึงดินร่วนปนทรายในการปลูกถั่วเหลืองวิธีนี้เกษตรกรจำเป็นต้องคัดตอซังข้าวให้สั้นลงเพื่อสะดวกต่อการปลูกถั่วเหลือง แต่โดยปกติแล้วพันธุ์ที่ไม่ไวแสง (non photosensitive rice variety) ที่ใช้ในระบบการปลูกพืชแบบนี้จะมีต้นเตี้ย ดังนั้น ตอซังที่เหลือน้อยจึงไม่สูงมากนัก วิธีการปลูกแบบนี้ก็คือการใช้ไม้ปลายแหลม หรือเสียมขนาดเล็กเจาะดินบริเวณซึ่งให้มีรูแล้วหยอดเมล็ดถั่วเหลืองลงไปในหลุมดังกล่าว หลังจากการปลูกแล้วเกษตรกรจะใช้ฟางข้าวคลุม (mulching straw) เพื่อลดอัตราการระเหยของน้ำในดินได้ ถั่วเหลืองจะเจริญเติบโตในดินใกล้ชิดกับตอซัง ในขณะที่เดียวกันการปลูก ถั่วเหลืองทันทีหลังการปลูกข้าวและในสภาพที่มีตอซังอยู่เป็นวิธีการที่รักษาของดินให้พอเหมาะกับการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองหลังข้าวอีกด้วย เกษตรกรบางรายเมื่อคัดตอซังแล้วจะเอาฟางข้าวคลุมแปลงแล้วเผาเพื่อกำจัดวัชพืช เสร็จแล้วเอาปลายไม้แหลม หรือเสียมขนาดเล็กเจาะดินปลูกถั่วเหลือง แล้วใช้ขี้เถ้ากลบหลุมต่อไป การปลูกถั่วเหลืองหลังการทำนาโดยการปลูกในตอซังข้าวที่เผาฟาง และไม่เผาฟางจะทำให้ลดต้นทุนการผลิต โดยการลดแรงงานการไถพรวนและไม่เสียเวลาการเตรียมดิน ก่อนการปลูกถั่วเหลือง

การปลูกถั่วเหลืองในนาโดยมีการไถดิน ในภาคกลางและท้องที่ที่ดินเหนียว มักมีปัญหาในการเตรียมดินเกิดเนื่องจากดินอุ้มน้ำไว้ได้เป็นเวลานาน เมล็ดถั่วเหลืองที่หยอดลงไปมักจะตายหรือเน่าเสียก่อนที่จะมีโอกาสงอกขึ้นมา ดังนั้นการหยอดเมล็ดถั่วเหลืองลงในนาโดยตรงหรือหยอดลงในตอซังมักจะไม่ได้ผลเพราะต้นถั่วเหลืองงอกขึ้นมาไม่สม่ำเสมอ วิธีการเตรียมดินสำหรับนาที่เป็นดินเหนียว ต้องไถพรวนที่ดินแตกเป็นก้อนขนาด 1-2 นิ้ว ไม่ควรทำให้ดินแตกเป็นละเอียด เพราะเมื่อปล่อยน้ำเข้าแล้วดินจะจับเป็นแผ่นอีก ควรยกแปลงและทำร่องน้ำสำหรับส่งเข้าแปลงได้ ร่องน้ำควรลึกประมาณ 30 เซนติเมตร หลังแปลงหรือสันร่องไม่ควรกว้างกว่า 1 เมตร เพราะถ้ากว้างเกินกว่านี้ทำให้น้ำซึมเข้าไปถึงกลางแปลงได้น้อย ต้นถั่วเหลืองที่ขึ้นอยู่กลางแปลงไม่เจริญเติบโตเต็มที่ การให้น้ำแต่ละครั้งควรปล่อยไปตามร่อง อย่านำน้ำหลังร่องเพราะจะทำให้ดินแน่นและแฉะ ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะแรก ๆ เมื่อหยอดเมล็ดพันธุ์ลงไปเมล็ดจะเน่าเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5. ระยะเวลาปลูกและวิธีปลูก

ระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมคือระยะที่สามารถใช้ประโยชน์จากเนื้อที่หนึ่งหน่วยผลิตเมล็ดถั่วเหลืองให้ได้มากที่สุด และนอกจากนี้เมื่อต้นถั่วเหลืองโตเต็มที่แล้วยังสามารถคลุมดิน คลุมหญ้า และวัชพืชอื่น ๆ ไม่ให้เจริญเติบโตได้ ระยะปลูกนี้แบ่งออกเป็นระยะระหว่างแถว ระยะระหว่างหลุม และระยะจำนวนต้นต่อหลุม

ระยะมาตรฐานที่แนะนำคือระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างหลุม 20 เซนติเมตรและปลูกหลุมละ 3-4 ต้น ซึ่งจะเป็ระยะที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด และใช้เมล็ดพันธุ์คือ พันธุ์ สจ.1 และ สจ.2 ประมาณ 7-8 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ สจ.4 ประมาณ 8-10 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกระยะดังกล่าวนี้ เมื่อต้นถั่วเหลืองโตเต็มที่ที่สามารถคลุมดินและข่มไม่ให้หญ้าและวัชพืชเจริญเติบโตได้

การปลูกควรหยอดเมล็ดให้ลึกลงในดินประมาณ 2-3 เซนติเมตร แล้วจึงกลบดินเมื่อมีความชุ่มชื้นที่พอเหมาะ ถั่วเหลืองจะงอกภายในเวลา 5-7 วัน ถ้าหากจะข่มควรรีบทำโดยเร็วไม่ควรปล่อยช้ากว่า 10-14 วัน ซึ่งจะทำให้แก่ไม่พร้อมกัน และไม่สามารถเก็บเกี่ยวพร้อมกันได้

การปลูกถั่วเหลือง

การปลูกเป็นขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งเกษตรกรจะต้องเร่งทำงานให้ทันกับช่วงเวลาที่เหมาะสม วิธีการปลูกของเกษตรกรแบบเดิมใช้แรงงานสัตว์ทำการเปิดร่องแล้วใช้คนหยอดเมล็ดตาม สำหรับการใส่เครื่องหยอดเมล็ดก็มีการใช้อย่างแพร่หลาย

การใช้เครื่องหยอดเมล็ดพืชจะช่วยให้เกษตรกรสามารถปลูกเร็วขึ้น ทันฤดูกาล ประหยัดค่าใช้จ่าย การปลูกพืชเป็นแถวจะช่วยในการดูแลรักษา หรือใช้เครื่องมือ เช่น เครื่องมือกำจัดวัชพืช เครื่องใส่ปุ๋ย เครื่องเก็บเกี่ยว ทำงานได้สะดวก ประหยัดเวลาและประหยัดเมล็ดพันธุ์

การปลูกถั่วเหลือง ระยะปลูกที่เหมาะสมที่แนะนำคือ ระยะระหว่างแถว 50 ซม. ระหว่างหลุม 20 ซม. แล้วหยอดหลุมละ 3-4 เมล็ด จะได้จำนวนต้น 64,000-78,000 ต้นต่อไร่ ซึ่งเป็นระยะที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูงและใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 12-15 กก. ต่อไร่ (ขึ้นอยู่กับขนาดของเมล็ด) การปลูกระยะที่กล่าวนี้ เมื่อต้นถั่วโตเต็มที่จะสามารถคลุมดินและข่มไม่ให้หญ้าและวัชพืชเจริญเติบโตได้

สำหรับการใช้เครื่องปลูก โดยเฉพาะเครื่องปลูกขนาดใหญ่ซึ่งพ่วงรถไถ 4 ล้อ การใช้ระยะระหว่างแถวอาจเกินกว่า 50 ซม. เพื่อให้การปฏิบัติงานบำรุงรักษา เช่น การใช้เครื่องกำจัดวัชพืช หรือ เครื่องพ่นสารเคมีพ่วงรถไถ 4 ล้อ สามารถเข้าทำงานได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการปฏิบัติจริงของเกษตรกร มักจะมีการใช้เมล็ดพันธุ์เกินกว่าคำแนะนำ เพื่อเผื่อไว้ในกรณีเมล็ดพันธุ์บางส่วนไม่งอก หรือในกรณีฝนแล้ง หรือเพื่อให้ต้นกล้าเหลืองมีจำนวนมากและสามารถค้นผิวหนังาขึ้นได้ในกรณีผิวหนังาแห้งและแข็ง

วิธีปลูกถั่วเหลืองที่นิยมปฏิบัติมี 3 วิธีคือ

1. ปลูกแบบขร่ง สำหรับฤดูแล้งที่ใช้น้ำชลประทาน เพื่อสะดวกแก่การให้น้ำและระบายน้ำ ไถพรวนแล้วขร่งให้ต้นร่งกว้าง 1-1.5 เมตร แล้วปลูกบนสันร่ง 2-3 แถว และระหว่างแถว 50 ซม. ระหว่างหลุม 20 ซม. หยอดหลุมละ 4-5 เมล็ด

2. ปลูกแบบไม่ขร่ง หลังจากเตรียมดินเรียบร้อยแล้วก็หยอดเมล็ดถั่วเหลืองลงในหลุมให้มีความลึกประมาณ 2-3 ซม. กลบหลุมให้มิด ระยะระหว่างแถว 50 ซม. ระหว่างหลุม 20 ซม. หยอดหลุมละ 3-4 เมล็ด ถั่วเหลืองมีความงอก 80% จะได้จำนวนต้น 64,000 ต้นต่อไร่ วิธีนี้มักจะปลูกในสภาพไร่ในฤดูฝน อย่างไรก็ตามระยะปลูกอาจจะเปลี่ยนแปลงไปจากนี้ แต่ก็ควรจะชั่งจำนวนต้นต่อไร่เป็นหลักจะทำให้ผลผลิตต่อไร่สูง

3. ปลูกแบบหว่าน เกษตรกรบางรายจะปลูกโดยการหว่านเมล็ดพันธุ์ แล้วคราดกลบโดยใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 20-30 กก./ไร่ การหว่านเป็นวิธีการที่ประหยัดเวลาและแรงงานแต่ต้องอาศัยความชำนาญเพื่อให้เมล็ดกระจายอย่างสม่ำเสมอ

สำหรับการปลูกถั่วเหลืองในนา โดยไถนั้น หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้วควรทำร่องน้ำรอบ ๆ ที่นที่จะปลูกเพื่อสะดวกในการระบายน้ำเข้าและออก ทำการตัดขังข้าวแล้วเผาวิธีนี้เมล็ดหญ้าและหญ้าเก่าจะถูกทำลายไป ในกรณีที่ความชื้นในนาพอเพียงก็หยอดเมล็ดได้เลย แต่ถ้าความชื้นในดินไม่พอทำการเอาน้ำเข้าให้ดินให้ชุ่มก่อนโดยขังน้ำไว้ประมาณ 5-7 ซม. แล้วปล่อยน้ำออกหลังจากนี้ 1-2 วัน ทำการหยอดเมล็ดโดยปลูกเป็นแถว ระยะระหว่างแถว 50 ซม. ระหว่างหลุม 20 ซม. หยอดหลุมละ 3-4 เมล็ด ใช้ไม้กระทุ้งหลุม หลังจากหยอดเมล็ดเสร็จแล้วใช้กิ่งไม้ที่มีใบหรือกิ่งไม้ที่มีใบอยู่กวาดเข้าข้างเฉลี่ยให้กลบเมล็ดถั่วเหลือง เมื่อถั่วเหลืองงอกสม่ำเสมอดีแล้วจึงให้น้ำในครั้งต่อไป

ก่อนที่จะทำการปลูกถั่วเหลืองทุกครั้ง ควรทดสอบความงอกของเมล็ดถั่วเหลืองเสียก่อน เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองควรมีความงอก 80% ขึ้นไป พันธุ์ถั่วเหลืองที่ปลูกควรเป็นพันธุ์แนะนำ คือ สจ.2, สจ.4, สจ.5, นครสวรรค์1, สุโขทัย และเชียงใหม่ 60 และปลูกตามความเหมาะสมแต่ละสภาพท้องถิ่น

2.2 เครื่องปลูก

เครื่องปลูกถั่วเหลืองที่เกษตรกรใช้อยู่ส่วนใหญ่จะเป็นการพัฒนาโดยโรงงานเอกชน บางส่วนเป็นการพัฒนาโดยกองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร โดยการค้าเน้นการเองและ ร่วมกับหน่วยงานอื่น ๆ ตลอดจนโรงงานเอกชน

เครื่องปลูกเมล็ดถั่วเหลืองมีทั้งเครื่องหอบและเครื่องหว่านซึ่งแบ่งเป็นแบบต่างๆดังนี้

เครื่องหอบเมล็ด

เครื่องหอบเมล็ดพืชแบ่งตามต้นกำลังที่ใช้ดังนี้

1. เครื่องหอบเมล็ดพืชแบบใช้แรงคน
2. เครื่องหอบเมล็ดพืชแบบใช้ท่วงรถไถเดินตาม
3. เครื่องหอบเมล็ดพืชแบบท่วงรถแทรกเตอร์

เครื่องหอบเมล็ดพืชมีอุปกรณ์ที่สำคัญคืออุปกรณ์เปิดร่อง ถังใส่เมล็ด อุปกรณ์กำหนดเมล็ด อุปกรณ์กลบร่องและอัดดิน

สำหรับอุปกรณ์เปิดร่องของเครื่องหอบในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นแบบไถเปิดร่อง มีการใช้แบบจานเปิดร่องบ้าง

สำหรับอุปกรณ์กำหนดเมล็ดจะอธิบายในส่วนของเครื่องหอบแต่ละชนิด

อุปกรณ์กลบร่องและอัดดินต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมเพื่อให้เมล็ดสามารถอยู่ในดินในสภาพที่เหมาะสมที่จะรับความชื้นและงอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์กลบร่องและอัดดินแบบต่าง ๆ สำหรับเครื่องหอบในประเทศไทยส่วนใหญ่จะไม่มีอุปกรณ์อัดดิน

2.2.1. เครื่องหอบเมล็ดพืชแบบใช้แรงคน

1. เครื่องหอบเมล็ดพืชแบบกระท้ง

เครื่องหอบเมล็ดพืชแบบกระท้งเป็นเครื่องหอบชนิดใช้แรงคนทำงาน ปลูกได้ครั้งละหนึ่งหลุม โดยจะรวมการเปิดหลุมและปล่อยเมล็ดต่อเนื่องกันสำหรับการกลบโดยใช้ อุปกรณ์กลบหรือใช้เท้ากลบเครื่องหอบแบบกระท้งจะเหมาะสมสำหรับเกษตรกรที่มีพื้นที่ถือครองขนาดเล็ก (ต่ำกว่า 5 ไร่) ในสภาพพื้นที่ลาดชันซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับการใช้เครื่องปลูกชนิดอื่น ๆ และมีการเตรียมดินไม่ดีนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องหอคอดชนิดนี้ได้รับการออกแบบและพัฒนาโดยสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ร่วมกับกองเกษตรวิศวกรรม ความสามารถในการทำงานของเครื่องหอคอดในสภาพหินไถ่พรวนประมาณ 0.13 ไร่ต่อชั่วโมงต่อคน

เครื่องหอคอดแบบกระทุ้งแบ่งออกเป็น 4 แบบ ตามลักษณะของหัวกระทุ้งคือ แบบหัวกลม, แบบปากเปิด, แบบปากเหลี่ยม และแบบหัวเหลี่ยม

เครื่องหอคอดแบบกระทุ้งทำงานได้ช้า ในกรณีที่ต้องการทำงานเร็ว ก็จะต้องซื้อเครื่องเพื่อให้ใช้คนละเครื่อง นอกจากนั้นการปลูกเป็นแถวก็ต้องอาศัยการขึงเชือกหรือกาแนว ดังนั้นจึงไม่เหมาะกับการใช้ปลูกกับพื้นที่ขนาดใหญ่ เพราะจะไม่คุ้มค่า

2. เครื่องหอคอดเมล็ดพืชแบบกดโยก

เครื่องหอคอดเมล็ดพืชแบบกดโยก ใช้อุปกรณ์กำหนดเมล็ดแบบแผ่น ซึ่งการทำงานโดยการเลื่อนกลับไปกลับมา โดยการกดและโยกเครื่องหอคอด

3. เครื่องหอคอดแบบเลี่ยม

เครื่องหอคอดแบบเลี่ยม สามารถใช้หอคอดเมล็ดข้าวหรือพืชไร่ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง และอื่น ๆ เครื่องหอคอดเมล็ดชนิดนี้ทำงานโดยใช้แรงงานคน ตอนบนมีถังเก็บเมล็ดและมีแผ่นหอคอดซึ่งเจาะรูสำหรับหอคอดเมล็ดอยู่ตอนล่างของถังเก็บเมล็ด แผ่นหอคอดจะเลื่อนไปมาโดยการกดกลไกบังคับและแรงดันของสปริง ความหนาของจำนวนแผ่นหอคอดและขนาดรูหอคอดขึ้นอยู่กับขนาดและจำนวนเมล็ดที่ต้องการใช้ ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ขนาดโดยใช้เมล็ดที่จะหอคอดใส่ลงไป ในรูหอคอดแล้วใช้แปรงปิดเมล็ดที่ค้างตอนบนของรูหอคอดจะเป็นจำนวนเมล็ดที่หอคอดลงหลุมในแต่ละครั้ง

ข้อเสียของเครื่องแบบนี้คือมีการไหลของเมล็ดยาวเกินไป ทำให้ทำงานได้ช้า และการใช้มือบีบแผ่นหอคอดทำให้ผู้ทำงานเมื่อยล้า

4. เครื่องหอคอดเมล็ดพืชแบบล้อจิกสองแถว

เครื่องหอคอดเมล็ดพืชแบบล้อจิกสองแถว เป็นเครื่องที่พัฒนามาจากเครื่องหอคอดเมล็ดพืชแบบล้อจิกแถวเดียว

ข้อเด่นที่สำคัญของเครื่องหอคอดแบบล้อจิก คือ มีลักษณะอุปกรณ์ปิดหลุมแบบเป็นปากจิกดินและจะหมุนข้ามเศษพืชที่ค้างอยู่บนแปลง จึงทำให้สามารถทำงานได้ในพื้นที่ที่

ไม่ต้องเตรียมดินดีมากและทำงานได้คร่อมแม้จะมีเศษคอกขังข้าวค้างบนแปลง และลดการสูญเสียความชื้นในดิน ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นในดินเนื่องจากไม่มีการเปิดแนวร่อง สามารถปรับระยะระหว่างแถวได้ 20-60 เซนติเมตร โดยมีระยะระหว่างคัน 25 เซนติเมตร เลี้ยวกลับหัวงานได้สะดวกและสามารถหยอดเมล็ดพืชได้หลายชนิด โดยการเปลี่ยนแปลงขนาดของรูหยอด

จากการทดสอบปลูกข้าว ถั่วเหลือง และถั่วเขียว ในแปลงเกษตรกรพบว่า เครื่องสามารถทำงานได้ประมาณ 4-6 ไร่ต่อวัน โดยใช้คนลากทำงาน 1-3 คน การทำงานของเครื่องสามารถทำงานได้ดีในดินที่มีการไถและสภาพดินแห้ง

2.2.2. เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบท่วงรถไถเดินตาม

1. เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบล้อเอียง

ข้อดีที่สำคัญของเครื่องหยอดแบบล้อเอียง คือ ใช้แผ่นหยอดแบบเอียง ซึ่งจะกำหนดเมล็ดโดยรูหยอด และเมล็ดส่วนเกินจะไหลลงสู่ด้านล่างของถังใส่เมล็ดซึ่งจะทำให้เมล็ดไม่แตกหัก

เครื่องหยอดเมล็ดนี้มีล้อเอียงควบคุมการหยอดของแผนหยอดแบบเอียง สามารถใช้หยอดเมล็ดพืชได้หลายชนิด โดยการเปลี่ยนแปลงขนาดของรูหยอด หยอดได้ครั้งละ 2 แถว ทำงานโดยใช้รถไถเดินตามสามารถหยอดโดยไม่ต้องไถเตรียมดิน ในสภาพดินที่ไม่แข็งแรงและแห้งเกินไป สภาพดินที่เหมาะสมคือดินร่วนและได้รับฝนมาแล้ว 1 ครั้ง สามารถทำงานได้ประมาณ 8 ไร่ต่อวัน ระยะระหว่างแถวปรับได้ 30-90 เซนติเมตร

ลักษณะการทำงาน คือ ในขณะที่ทำงานโดยการไถรถไถเดินตามหรือรถไถ 4 ล้อลากเครื่องหยอดไปข้างหน้า ไถเปิดร่องจะทำหน้าที่เปิดร่องเปิดดิน ในขณะที่เดียวกันล้อควบคุมการหยอดจะหมุนแผ่นหยอดให้นำเมล็ดท่อนำเมล็ดลงสู่ร่องดิน ซึ่งจะถูกลบโดยล้อควบคุมการหยอด

2. เครื่องหยอดเมล็ดแบบลูกหยอดทรงกระบอก

เครื่องหยอดชนิดนี้ใช้อุปกรณ์หยอดแบบลูกหยอดทรงกระบอกการใช้ลูกหยอดทรงกระบอกจะเปลี่ยนลูกหยอดเพื่อใส่ปลูกพืชชนิดอื่นได้ยาก และการใช้อุปกรณ์ปิดเมล็ดที่ไม่เหมาะสมหรือสึกมากเกินไป จะทำให้เมล็ดไหลลงมากเกินไปเครื่องหยอดบางแบบจะเจาะรูหยอดไว้ 2 แถว สำหรับรูหยอดเพื่อใส่ปลูกพืชต่างชนิด โดยการปิดรูหยอดด้านหนึ่ง แล้วใช้อีกด้านหนึ่ง

3. เครื่องหอบดเมล็ดพืชแบบตัวที่หัวกลับ

เครื่องหอบดชนิดนี้เป็นเครื่องต้นแบบที่ได้รับมาจากสถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ (IRRI) ข้อดีของเครื่องหอบดชนิดนี้คือ อุปกรณ์เปิดร่องแบบตัวที่หัวกลับที่แข็งแรง สามารถใช้ปลูกในสภาพพื้นที่ที่ไม่ไถเตรียมดินและมีความชื้นที่เหมาะสมได้

ข้อเสียคือระบบลูกหอบดแบบพองน้ำ จะไม่สามารถควบคุมการหอบดของเมล็ดได้แน่นอนและในกรณีที่พองน้ำสึกจะมีเมล็ดไหลเกินความต้องการผู้ใช้ควรหมั่นตรวจสอบอัตราการหอบดและการสึกของพองน้ำ

เครื่องหอบดแบบตัวที่หัวกลับสามารถทำงานได้ประมาณ 8-10 ไร่ต่อวัน โดยใช้ได้กับพื้นที่ไถเตรียมดินและไม่ไถ

ข้อพิจารณาในการใช้เครื่องปลูก

1. โดยทั่วไปแล้ว ในกรณีไถเตรียมดิน แปลงที่จะใช้เครื่องหอบดเมล็ดพืช ควรจะเตรียมดินให้มีดินละเอียด พื้นที่เรียบและเก็บเศษวัชพืชออกจากแปลงให้หมด เพื่อให้เครื่องหอบดสามารถหอบดเมล็ดได้สม่ำเสมอ ทั้งอัตราเมล็ดและความลึกของร่องปลูก ซึ่งจะทำให้เมล็ดพืชเจริญเติบโตสม่ำเสมอและได้ผลผลิตดี

2. ในกรณีที่ไถเตรียมดินได้ไม่ดี มีเศษพืชตกค้างในกรณีแปลงเพาะปลูกขนาดเล็กอาจใช้เครื่องหอบดแบบล้อจิก (แบบใช้แรงคน 2 แถว หรือพ่วงรถไถเดินตาม 4 แถว) อาจใช้ไถเปิดร่องแบบจานเพื่อให้สามารถตัดเก็บเศษพืชในขณะที่ทำงาน

3. ในกรณีเตรียมดินโดยไม่ไถ การพิจารณาชนิดของดินและการให้น้ำที่เหมาะสม จะสามารถใช้วิธีการปลูกโดยไม่ไถได้หรือไม่ ทั้งนี้อาจขอคำปรึกษาจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องของกรมส่งเสริมการเกษตรและกรมวิชาการเกษตร

4. เมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในการหอบดในเครื่องควรคัดและทำความสะอาดให้มีขนาดสม่ำเสมอ และตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความงอก (ควรมากกว่า 80%) และปรับอัตราการใช้เมล็ดให้เหมาะสมกับอัตราการงอก

5. อุปกรณ์หอบดแบบแผ่นจะสามารถใช้เครื่องหอบดเมล็ดได้แม่นยำ และสามารถปรับเปลี่ยนแผ่นหอบดเพื่อเปลี่ยนอัตราการหอบด หรือใช้กับเมล็ดพืชชนิดอื่นได้สะดวก การใช้อุปกรณ์แบบแผ่นหอบดควรเลือกใช้แบบที่มีอุปกรณ์หรือสปริงค้ำเมล็ด เพื่อป้องกันการอุดตันที่รูเมล็ด

6. การใช้เครื่องหอบดแบบมือถือจะทำงานได้ช้า โดยจะเร็วกว่าคนไม่มาก (1-1.5เท่า)

ปลูกได้ไม่เป็นแถว (กรณีต้องการปลูกเป็นแถวจะต้องทำแนว) และกรณีต้องการปลูกเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องใช้หลายเครื่องซึ่งต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายและอาจจะไม่คุ้มค่าในการใช้งานจึงควรพิจารณาเลือกใช้ตามความจำเป็น

2.4 การใส่ปุ๋ยเคมี

การใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยอาจจะกระทำในช่วงเวลาต่าง ๆ ของการเพาะปลูกด้วย วิธีการต่าง ๆ ซึ่งใช้เครื่องมือที่แตกต่างกันในช่วงก่อนการไถครั้งแรกอาจมีการใส่ปุ๋ยที่มีลักษณะเป็นก้อนโตหรือปูนขาว ในช่วงของการปลูกอาจมีการใส่ปุ๋ยในปริมาณจำกัดไปพร้อม ๆ กับการปลูกโดยมีอุปกรณ์ให้ปุ๋ยติดตั้งเข้ากับเครื่องปลูก ส่วนการใส่ปุ๋ยในขณะที่พืชเจริญงอกงามแล้วอาจทำได้ โดยการใช้เครื่องหว่านปุ๋ยซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทของปุ๋ยที่จะใช้

วิธีการใส่ปุ๋ยเฉพาะที่ (placement method)

การใส่ปุ๋ยเคมีอีกลักษณะหนึ่งก็คือ การใส่ปุ๋ยเฉพาะที่ใดที่หนึ่งในดิน หรือบนผิวดินโดยอาจจะค้ำหนึ่งหรือไม่ค้ำหนึ่งถึงตำแหน่งของเมล็ดพืช หรือกล้าพืชที่ปลูกก็ได้ การใส่ปุ๋ยโดยวิธีนี้มีวิธีการปลีกล่อยหลายวิธีขึ้นกับชนิดพืช ชนิดปุ๋ยและปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยทั่วไปสภาพที่เหมาะสมกับการใส่ปุ๋ยวิธีนี้ก็คือ

1. การใส่ปุ๋ยเคมีในปริมาณน้อยหรืออัตราค่า ซึ่งอาจเป็นเพราะปุ๋ยมีราคาแพงหรือหายาก การใส่ปุ๋ยโดยวิธีนี้จะทำให้ปุ๋ยที่ใส่อยู่ใกล้เมล็ด คับกล้า ต้นพืช หรือระบบรากในลักษณะที่จะทำให้พืชดูดใช้ปุ๋ยได้เต็มที่

2. การใส่ปุ๋ยเฉพาะที่เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับพืชที่ปลูกเป็นแถวเป็นแนวและมีระยะปลูกกว้าง เช่น มันสำปะหลังที่ตามปกติใช้ระยะปลูกระหว่างต้นและระหว่างแถวประมาณ 1 เมตร ถั่วเหลืองที่มีระยะระหว่างต้น 20 ซม.

3. เหมาะสมกับพืชที่มีคาร์บอนระบบรากจำกัด ไม่แพร่กระจายทั่วไปในชั้นดินและดินที่ปลูกเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก ทั้งนี้เพราะการใส่ปุ๋ยวิธีนี้ ปุ๋ยที่ใส่ใกล้ระบบรากทำให้พืชสามารถดูดใช้ปุ๋ยได้ดีกว่าการใส่ปุ๋ยวิธีอื่น เช่น วิธีหว่าน (broadcasting)

การใช้ปุ๋ยสำหรับถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีความต้องการไนโตรเจนสูง ถ้าจะให้ได้ผลผลิตเมล็ดถั่วเหลือง 300 กก./ไร่ ถั่วเหลืองต้องการไนโตรเจนประมาณ 20 กก. N/ไร่ แหล่งที่ได้มาของไนโตรเจนมีอยู่สองทางคือ ได้จากดินโดยตรงและได้จากการตรึงไนโตรเจนในอากาศของเชื้อแบคทีเรียไรโซเบียม ในระยะแรกของการเจริญเติบโตเชื้อแบคทีเรียอาจยังไม่สามารถตรึงไนโตรเจน ได้มาพอเพียงกับความต้องการโดยเฉพาะดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและไม่เคยปลูกถั่วเหลืองมาก่อนจึงควรบำรุงในอัตราไม่เกิน 3 กก. N/ไร่

ถั่วเหลืองต้องการฟอสฟอรัสในปริมาณน้อย ถ้าจะให้ได้ผลผลิตเมล็ดถั่วเหลือง 300 กก./ไร่ ถั่วเหลืองจะต้องการฟอสฟอรัสประมาณ 2 กก. P/ไร่ ถ้าดินมีฟอสฟอรัสสูงกว่า 8 ppm. ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย ถ้ามีฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 5-8 ppm. ควรใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในอัตรา 6 กก. P_2O_5 /ไร่ ถ้ามีต่ำกว่า 5 ppm. ควรใส่ในอัตรา 9-12 กก. P_2O_5 /ไร่ แต่อย่างไรก็ตามในบริเวณที่เคยใส่ปุ๋ยฟอสเฟตมาก่อนเช่นการใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 กับข้าวแล้วปลูกถั่วเหลืองตามก็ไม่มีความจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยฟอสเฟตเพิ่มแต่อย่างใดเพราะมีผลตกค้างของปุ๋ยชนิดที่อยู่ในดิน

ความต้องการโปแตสเซียมของถั่วเหลืองพบว่าถั่วเหลือง ไม่มีผลตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยชนิดนี้ นอกจากนั้นดินที่เป็นทรายจัดมีโปแตสเซียมต่ำกว่า 50 ppm. เพื่อความสมบูรณ์ของธาตุอาหารซึ่งจะทำให้ได้ผลผลิตสูงควรใส่ปุ๋ยโปแตสเซียมในอัตรา 6 กก. K_2O /ไร่ สำหรับดินเหนียว ร่วนเหนียวหรือดินที่มีค่าวิเคราะห์โปแตสเซียมสูงกว่า 50 ppm. ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยชนิดนี้

อัตราส่วนปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลือง ได้แก่ 3-6-0, 3-6-6, 3-9-6, 3-9-0, 3-12-0 หรือ 3-12-6(N-P2O5-K2O กก./ไร่) ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยคอกแล้วไม่มีขาดท้องคลาด จึงควรหาแม่ปุ๋ยมาผสมเอง หรือใช้ปุ๋ยสูตรอื่นๆ ในอัตราใกล้เคียงกัน

อุปกรณ์ให้ปุ๋ย

อุปกรณ์กำหนดจำนวนปุ๋ยแห้งมีหลายแบบ แต่เกือบทุกแบบจะใช้ระบบรูซึ่งปรับขนาดได้ และทำการป้อนโดยกลไกเชิงกล

อุปกรณ์กำหนดจำนวนปุ๋ยที่นิยมใช้มากที่สุด ได้แก่ อุปกรณ์กำหนดจำนวนปุ๋ยแบบล้อแฉก ล้อแฉกทำหน้าที่หล่นหาปุ๋ยลงไป ในท่อ นำปุ๋ยอุปกรณ์แบบนี้นิยมใช้กับเครื่องหยอดเมล็ด

อุปกรณ์กำหนดจำนวนปุ๋ยแบบมีรูปรับขนาดได้และเครื่องกว่นปุ๋ย มีเครื่องกว่นปุ๋ยซึ่งหมุน อยู่ในแนวระดับ เครื่องกว่นปุ๋ยชนิดนี้ทำหน้าที่ป้อนปุ๋ยเข้าไปยังรูเปิดเพื่อส่งต่อไปยังท่อ นำปุ๋ย จาก ลักษณะการทำงานดังกล่าวนี้จึงทำให้เครื่องให้ปุ๋ยแบบนี้สามารถใช้เป็นเครื่องหยอดเมล็ด ธัญญาพืช ได้อีกด้วย

อุปกรณ์กำหนดจำนวนปุ๋ยแบบเกลียวลำเลียง มีเกลียวลำเลียงทำหน้าที่ ลำเลียงปุ๋ยจากถัง บรรจุ ไปสู่ท่อ นำปุ๋ย อัตราการให้ปุ๋ยสามารถปรับได้ โดยการปรับความเร็วในการหมุนของเกลียว ลำเลียงเมื่อเทียบกับการหมุนของล้อขับเคลื่อน

2.4 อุปกรณ์กลบดิน

การรอกของพืชมีผลจากการอัดแน่นของดินกลบเมล็ด การรอกของพืชขึ้นกับอัตราส่วนผสมของดินที่ความลึกที่เมล็ดฝังอยู่และค่าความต้านทานของผิวดิน ด้วยเหตุนี้การหว่านเมล็ดต้องอยู่ในระดับความลึก และการอัดแน่นของดินที่เหมาะสม ในสภาพดินที่แห้งเร็วดินที่กลบเมล็ดต้องร่วนพอ เพื่อป้องกันการอัดแน่น ถ้าดินกลบเมล็ดแน่นเกินไปจะมีผลเสียดังนี้

- เมล็ดมีอัตราการงอกน้อย
- การเจริญเติบโตของรากไม่ดี
- น้ำเขอะเกินไป และอุณหภูมิสูง ทำให้รากเสียหายและเน่าเปื่อยได้

อัตราการงอกของเมล็ดพืชขึ้นอยู่กับร่องที่จำกัด ร่องปลูกใช้ปรับปรุงการงอก รูปแบบของผิวดินที่เกิดขึ้นเนื่องจากฝนตก หรือว่ามีน้ำซึมจากผิวดิน

การออกแบบล้อสำหรับบดอัด และกลบดิน พิจารณาดังต่อไปนี้

- ค่าความต้านทานสูงสุดของผิวดินที่พืชไม่สามารถงอกได้
- ความลึกของผิวดินที่อยู่เหนือเมล็ด
- ชนิดของดินและความหนาแน่นของดิน
- รูปแบบของร่องที่หอบอกเมล็ด
- น้ำหนักของเครื่องและความเร็วในการทำงาน

2.4.1. อุปกรณ์การกลบแบบลาก

การหอบอกเมล็ดที่มีการขุดหลุมขึ้น การกลบใช้อุปกรณ์ในการกลบแบบโซ่ลาก โซ่สปริง แบบแท่ง อุปกรณ์เหล่านี้ทำให้มีการงอกที่น่าพอใจ หลังจากการหว่านอาจจะใช้ไม้กระดานหรือคานลากไปบนไร่เพื่อใช้กลบ อุปกรณ์ทั้งหมดที่กล่าวมานี้จะทำหน้าที่กลบหลุมเท่านั้นแต่จะไม่อัดดินเพราะเบา

2.4.2. ล้อหมุน

จานกลบที่หมุนใช้ร่วมกับเครื่องหอบอกเมล็ด ล้อกลบอัดแบบศูนย์กลางเปิดและใช้เหล็กหล่อทำล้อกลบ การทดลองได้แสดงถึงผลดีของล้อที่มีต่อการงอกของเมล็ด ล้อมีรูปร่างต่างกัน เช่น flat face, round face, solid rubber wheel, pneumatic wheel ล้อยางนิ่มใช้เพราะมีดินติดล้อน้อย แต่ล้อเหล็กจะมีราคาสูงกว่า แต่ทั้งสองแบบก็สามารถทำงานได้

บทที่ 3

การทดลองและออกแบบ

3.1 ข้อมูลเกี่ยวกับฉนวนเหลือง

3.1.1. หาน้ำหนักเมล็ดของฉนวนเหลือง

โดยใช้วิธีการแทนที่น้ำ

น้ำหนักบีกเกอร์ 20.8 g.

น้ำหนักบีกเกอร์ + น้ำ 45.44 g.

จาก $V = m/D$

ที่อุณหภูมิ 32 °C $D = 1 \text{ g/cm}^3$.

$$\begin{aligned} \text{ของบีกเกอร์ที่แทนที่โดยน้ำ} &= (45.44 \text{ g} - 20.8) / (1 \text{ g/cm}^3) \\ &= 24.64 \text{ cm}^3. \end{aligned}$$

ใส่เมล็ดฉนวนเหลืองลงในบีกเกอร์เท่ากับปริมาตรน้ำที่ใส่ลงในบีกเกอร์

จำนวนเมล็ดฉนวนเหลืองที่ใส่ลงไปบีกเกอร์ = 91 เมล็ด

น้ำหนักฉนวนเหลือง + น้ำหนักบีกเกอร์ = 38.34 g.

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักฉนวนเหลือง} &= 38.34 - 20.8 \\ &= 17.54 \text{ g.} \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นเมล็ดฉนวนเหลืองจำนวน 91 เมล็ด จะมีน้ำหนัก 17.54 g. ที่ปริมาตรรวม 24.64 cm³

3.1.2. หาน้ำหนักเมล็ดฉนวนเหลืองต่อพื้นที่ปลูก 1 ไร่

จากทฤษฎีการปลูกฉนวนเหลืองจะใช้ระยะระหว่างแถวเท่ากับ 50 cm. และระยะระหว่างต้นเท่ากับ 20 cm. จำนวนเมล็ดต่อหลุมเท่ากับ 3-4 เมล็ด

การออกแบบเลือกใช้ขนาดแผ่นหยอด 166 mm. จำนวนรูหยอด 5 รูหยอด

หาจำนวนหลุมต่อพื้นที่ 1 ไร่

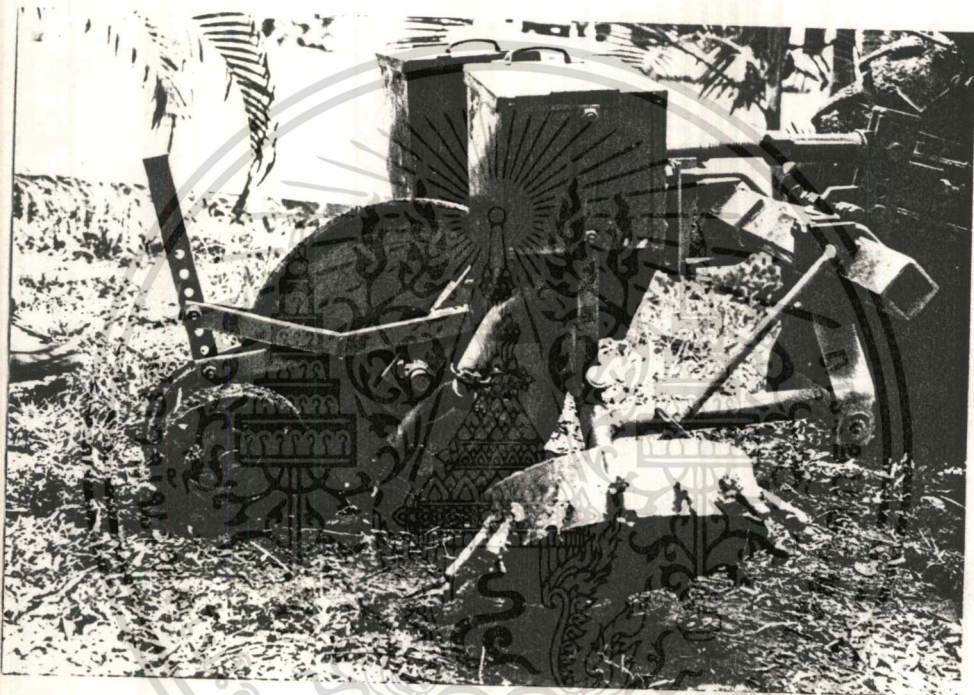
กำหนดพื้นที่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส 40×40 m²

จำนวนหลุมทั้งหมด $(40 / 0.20) \times (40 / 0.50) = 16,000$ หลุม

จะได้จำนวนเมล็ดฉนวนเหลืองต่อพื้นที่ 1 ไร่ 48,000 เมล็ด

เพราะฉะนั้นจะได้น้ำหนักเมล็ดข้าวเหลืองต่อพื้นที่ 1 ไร่ = $(48,000 \times 17.54) / 91$
 = 9.25 kg.

3.2 ออกแบบเครื่องปลูกข้าวเหลืองแบบเตรียมดินน้อยที่สุดที่รถไถเดินตาม
 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องปลูกตามรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบของเครื่องปลูก

- | | |
|---------------------|-----------------|
| 1. โครงเหล็ก | 6. งานเบ็กร่อง |
| 2. เกล็ดขวปรับระดับ | 7. คิวปรับมุมกด |
| 3. ถังบรรจุเมล็ด | 8. Inverted - T |
| 4. ถังบรรจุปุ๋ย | 9. ล้อจิก |
| 5. ท่อนำเมล็ด | 10. ล้อกลบ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3.2.1 กำหนดขนาดรูหยอด

หาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็สต์ถั่วเหลือง โดยการวัดขนาดของเม็สต์ถั่วเหลืองทั้ง 3 ด้าน ดังในตารางที่ 3.1

	a	b	c	$d_{เฉลี่ย}$
1	7.00	8.30	6.25	7.13
2	7.00	7.50	6.75	7.07
3	7.10	7.90	6.00	6.94
4	7.20	7.80	6.20	7.04
5	7.00	7.90	6.30	7.39

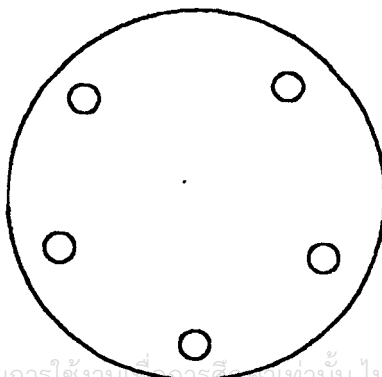
ตารางที่ 3.1 หาเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของถั่วเหลือง

เม็สต์ถั่วเหลืองมีลักษณะค่อนข้างกลมดังนั้นหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็สต์ได้เท่ากับ

$$\begin{aligned} \sum dn/n &= (d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5) / 5 \\ &= 7.12 \text{ mm.} \end{aligned}$$

เลือกความหนาของแผ่นหยอด 8 mm.

ทำการทดลองโดยการเจาะแผ่นไม้ความหนา 8 mm. โดยทดลองเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 12, 14, 16, 18 mm. จะได้ขนาดของรูหยอดที่เหมาะสม 16 mm.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะของแผ่นหยอด

คังนั้นในการออกแบบแผ่นหอบดเมล็ดจะได

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแผ่นหอบด 166 mm.

ความหนาของแผ่นหอบด 8 mm.

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูหอบด 16 mm.

จำนวนรูหอบด 5 รูหอบด

3.2.2. ขนาดของถังบรรจุเมล็ด

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรรวมของถั่วเหลืองที่ใช้ในการปลูกพื้นที่ 1 ไร่} &= (9.25 \times 24.64) / 17.54 \\ &= 13 \times 10^3 \text{ cm}^3. \end{aligned}$$

ในการปลูกถั่วเหลืองในพื้นที่ 1 ไร่ ให้ทำการเติมเมล็ดถั่วเหลือง 2 ครั้ง

คังนั้นปริมาตรของถังบรรจุเมล็ดที่ออกแบบจะต้องมากกว่า $6.5 \times 10^3 \text{ cm}^3$

โดยที่แผ่นหอบดมีมุมเอียง 45 องศา เพื่อลดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจากน้ำหนักของเมล็ดถั่วเหลือง และมีแผ่นกั้นสำหรับปรับเมล็ดที่ไหลลงสู่แผ่นหอบดอยู่ในตัวภาชนะบรรจุ เอียงทำมุมเช่นเดียวกับแผ่นหอบด อยู่เหนือขึ้นมาจากก้นภาชนะบรรจุ 4 cm. ที่ก้นถังมีช่องปล่อยเมล็ดอยู่ด้านบนเพื่อปล่อยเมล็ดลงสู่ท่อระบาย

กำหนดขนาด

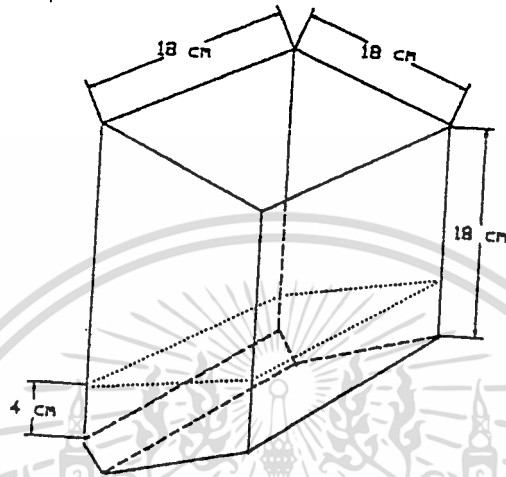
$$s_1 = 18 \text{ cm.}$$

$$s_2 = 18 \text{ cm.}$$

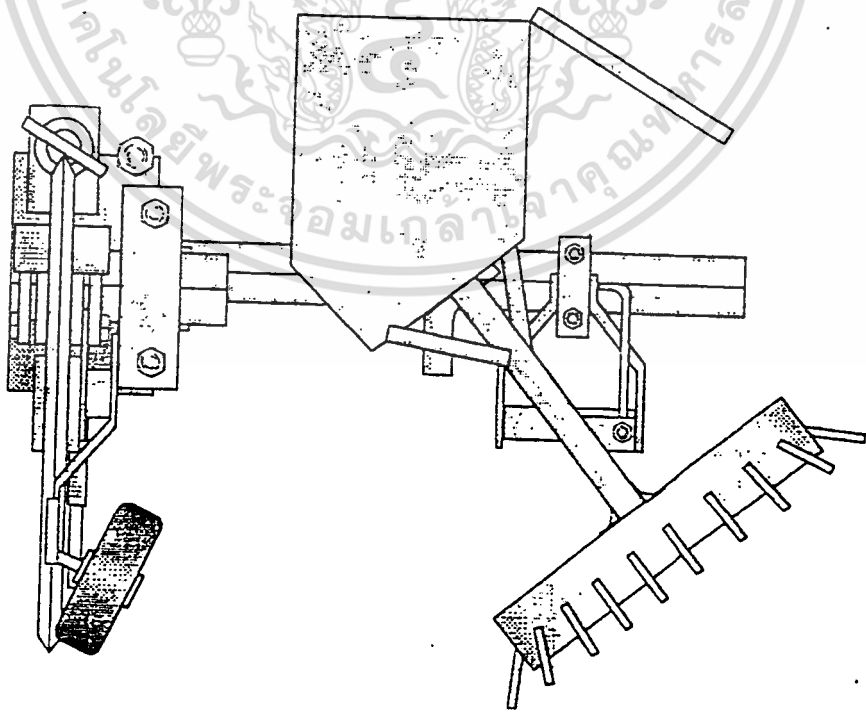
$$s_3 = 14 \text{ cm.}$$

$$s_4 = 28 \text{ cm.}$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรของถังบรรจุ} &= (s_1 \times s_2 \times s_3) + (\pi)[s_1 \times (s_4 - s_3)] \times s_2 \\ &= (18 \times 18 \times 14) + (\pi)[18 \times (28 - 14)] \times 18 \\ &= 6.80 \times 10^3 \text{ cm}^3. > 6.50 \times 10^3 \text{ cm}^3. \text{ ใช้ได้} \end{aligned}$$



รูปที่ 3.3 ขนาดของถังบรรจุเมล็ดถั่วเหลือง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนรูปที่ 3.4 ตำแหน่งติดตั้งถังบรรจุเมล็ดถั่วเหลือง ไปบนญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3. การออกแบบเครื่องให้ปุ๋ย

เหตุผลสืบเนื่องมาจากการที่ใช้ล้อจิกเป็นตัวขับเคลื่อนแผ่นหยอด การที่จะใช้อุปกรณ์กำหนดจำนวนปุ๋ยแบบล้อแฉก หรืออุปกรณ์กำหนดจำนวนแบบเกลียวลำเลียง จะไม่เหมาะสมในด้านการสมดุลของตัวเครื่องปลูกและการออกแบบติดตั้ง ดังนั้นจึงหันมาคิดแปลงให้เครื่องหยอดเมล็ดถั่วเหลืองสามารถให้ปุ๋ยได้

ขนาดของถังบรรจุปุ๋ย พื้นที่ทำการปลูกถั่วเหลืองแต่ละพื้นที่จะชนิดของปุ๋ยและจำนวนปุ๋ยแตกต่างกัน ดังนั้นจะออกแบบให้ถังบรรจุปุ๋ยมีขนาดเท่ากับถังบรรจุเมล็ดถั่วเหลือง

3.2.4. การกำหนดขนาดล้อจิก

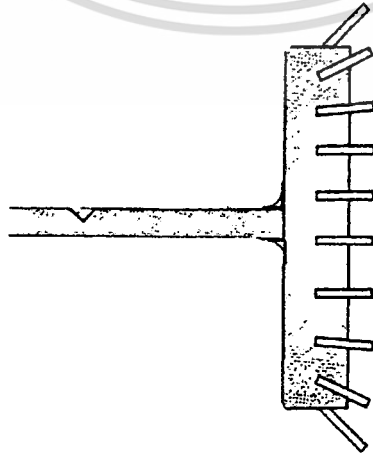
การปลูกถั่วเหลืองจะใช้ระยะระหว่างหลุม 20 cm. และแผ่นหยอดมีจำนวนรูหยอด 5 รู
หยอด

ดังนั้นต้องออกแบบให้ล้อจิกเคลื่อนที่หนึ่งรอบ ได้ระยะทาง 100 cm.

$$\pi d = 100$$

$$d = 32 \text{ cm.}$$

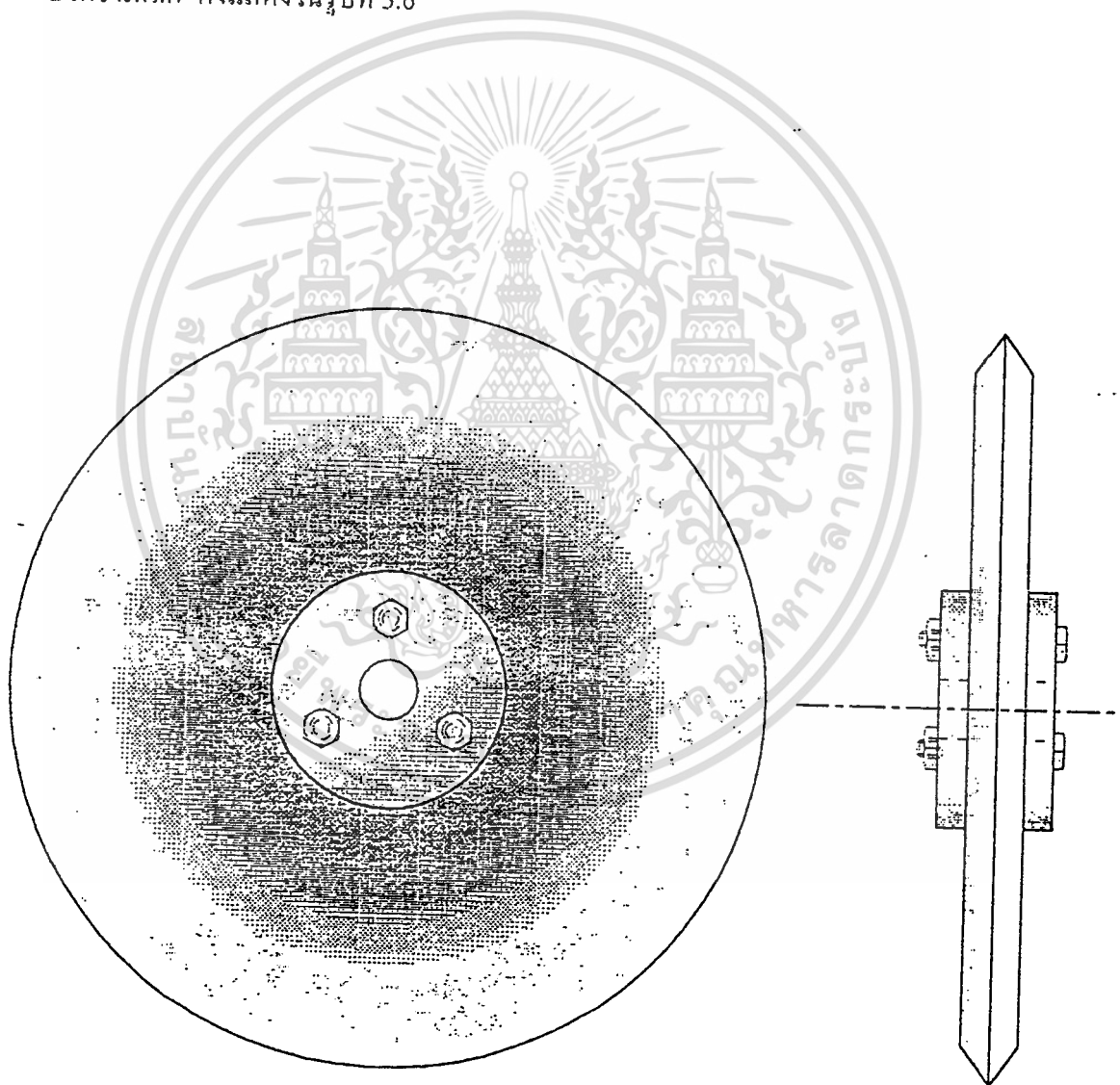
ล้อจิกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 cm. มีซี่เหล็กเพื่อจับยึดดินให้ล้อจิกไม่เกิด slide และทำมุม 45 องศาเท่ากับแผ่นหยอด



3.2.5. จานเบ็กร่องและ Inverted - T

จานเบ็กร่อง

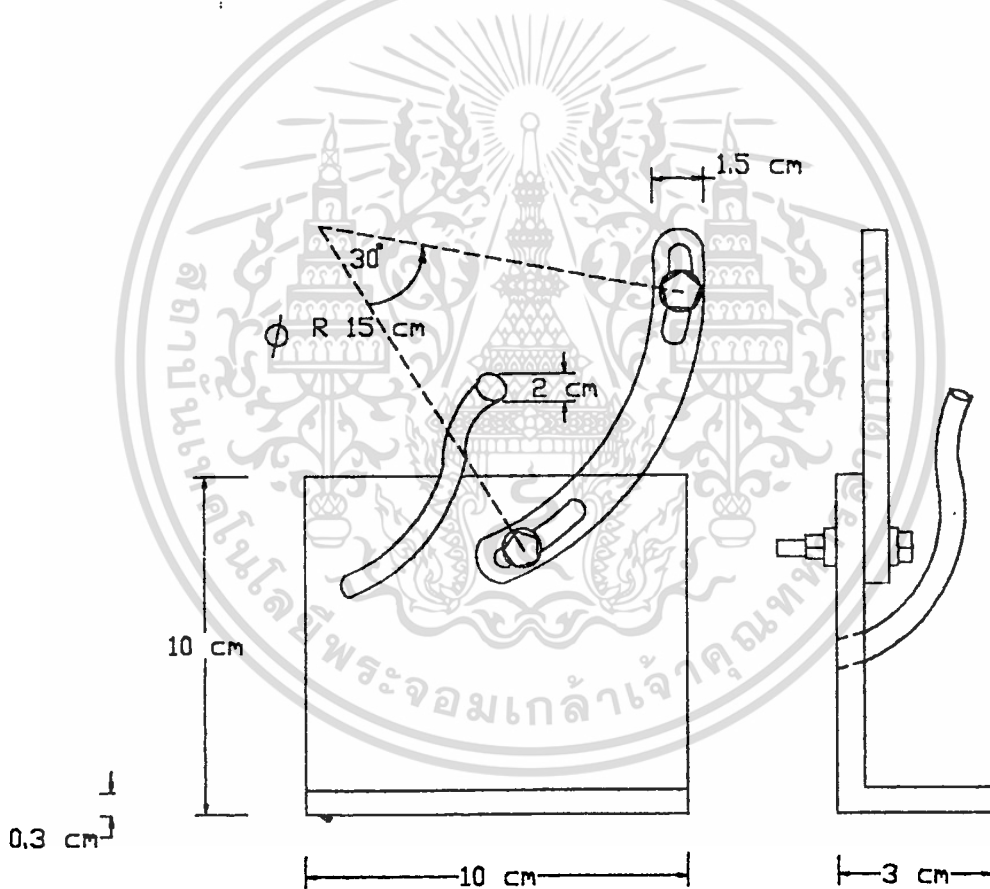
จานเบ็กร่องใช้เหล็กแผ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 cm. ประกบด้วยเหล็กแผ่นหนา 1.2 cm. ทั้ง 2 ด้าน ตรงกลางใช้เบร้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 cm. โดยใช้เทลาเป็นแกนกลางเพื่อจับยึดกับโครงเหล็ก ดังแสดงในรูปที่ 3.6



Inverted - T

ส่วนของ Inverted - T ประกอบด้วย Inverted - T และท่อปล่อยเมล็ด ขนาดของ Inverted - T โนแนวตั้ง 10 cm. แนวระดับ 2.5 cm. ความกว้าง 10 cm. Inverted - T สามารถปรับมุมได้ตั้งแต่ 0- 25 องศา โดยมีแผ่นเหล็กโค้งเป็นตัวปรับ Inverted - T มีรัศมีความโค้ง 13 cm.

ท่อปล่อยเมล็ด ใช้ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว

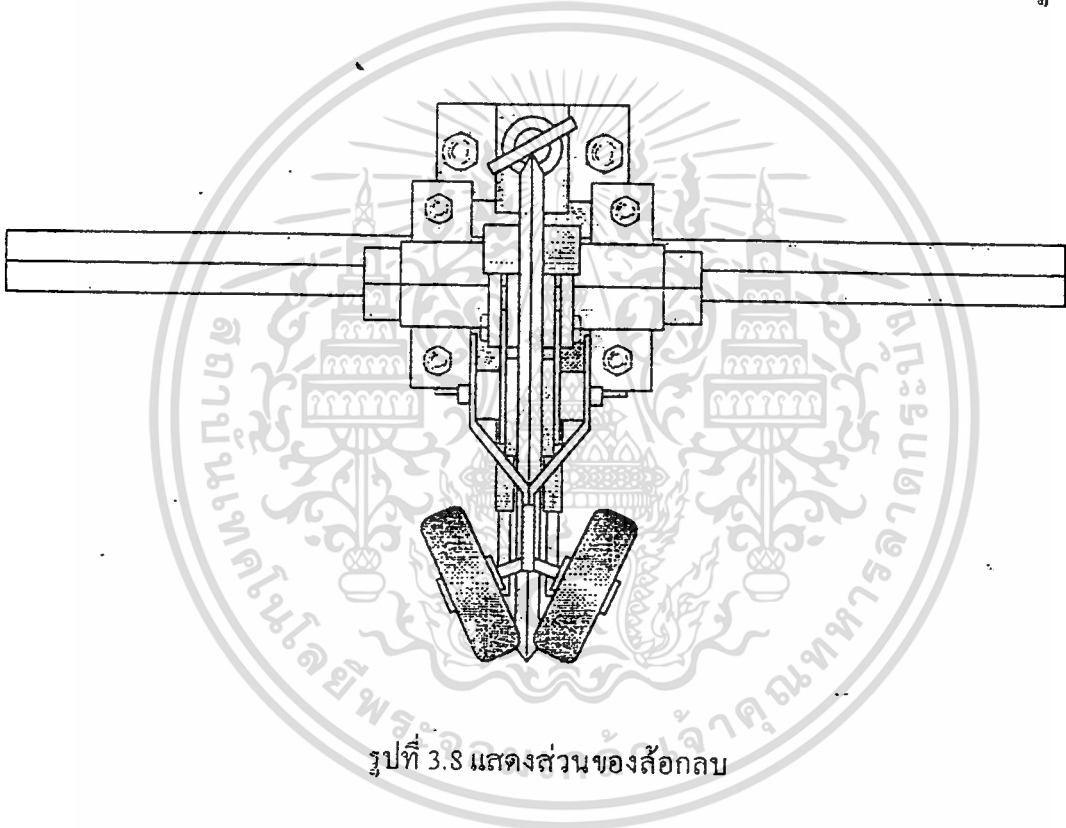


รูปที่ 3.7 Inverted - T

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

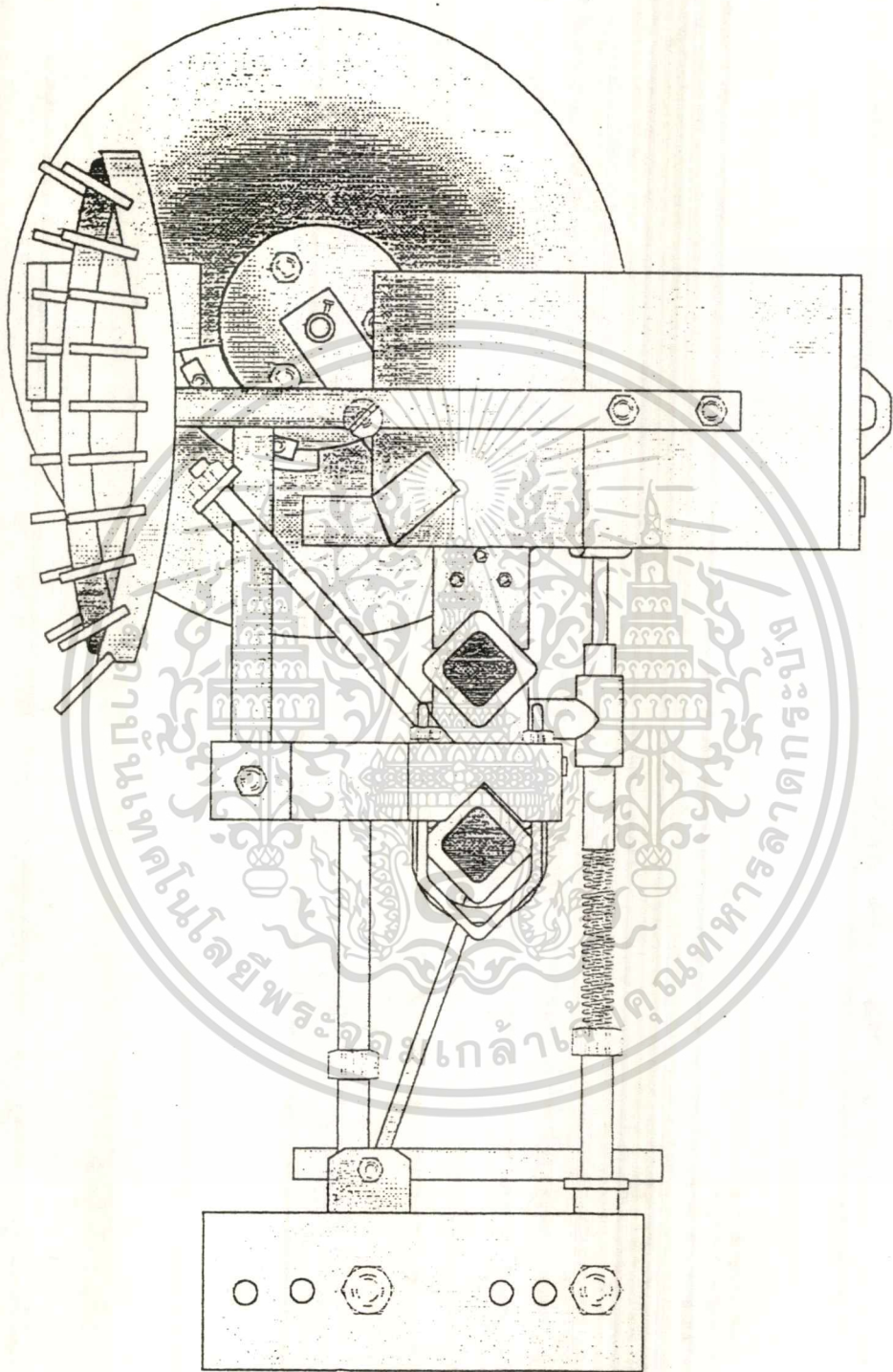
3.2.6. อุปกรณ์กวดดิน

อุปกรณ์กวดดินจะอยู่ส่วนท้ายของงานเบ็กร่อง ห่างจากงานเบ็กร่อง 3 cm. ในแนวระดับ อุปกรณ์กวดดินที่ใช้เป็นส็อกกลบ โดยใช้ส้อยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 cm. 2 ส้อย่ามุมเอียง 75 องศาในแนวระดับประกบกัน โดยมีแบริ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 cm. ติดเวลาเพื่อให้สามารถหมุนโดยลดแรงเสียดทานได้ ส็อกกลบสามารถปรับระดับแรงกดดินได้ ดังแสดงในรูป

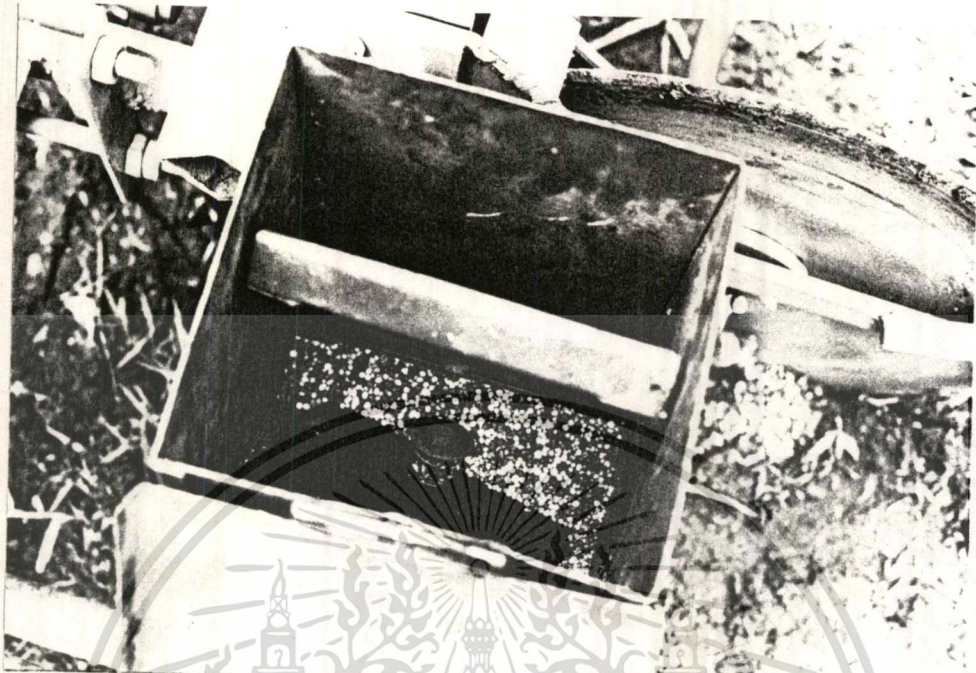


รูปที่ 3.8 แสดงส่วนของส็อกกลบ

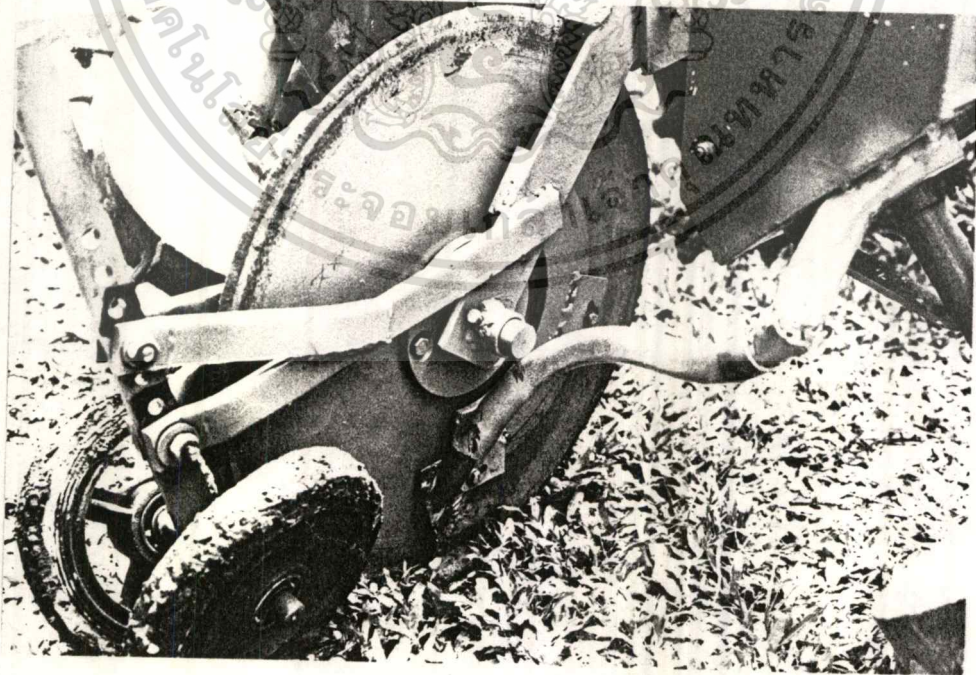
รูปที่ 3.9 ภาพด้านข้างเครื่องปลูกถั่วทองแบบเสริมเติมรอยที่สูญเสียดินไปเดิ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



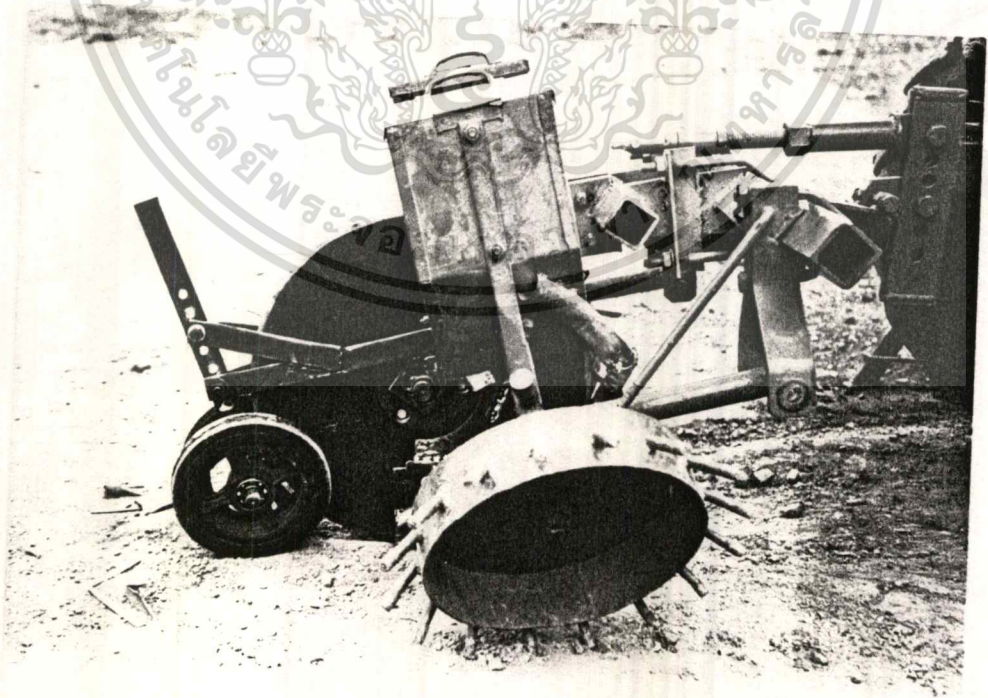
รูปที่ 3.10 ดักขณะกลไกการหยอดปุ๋ย



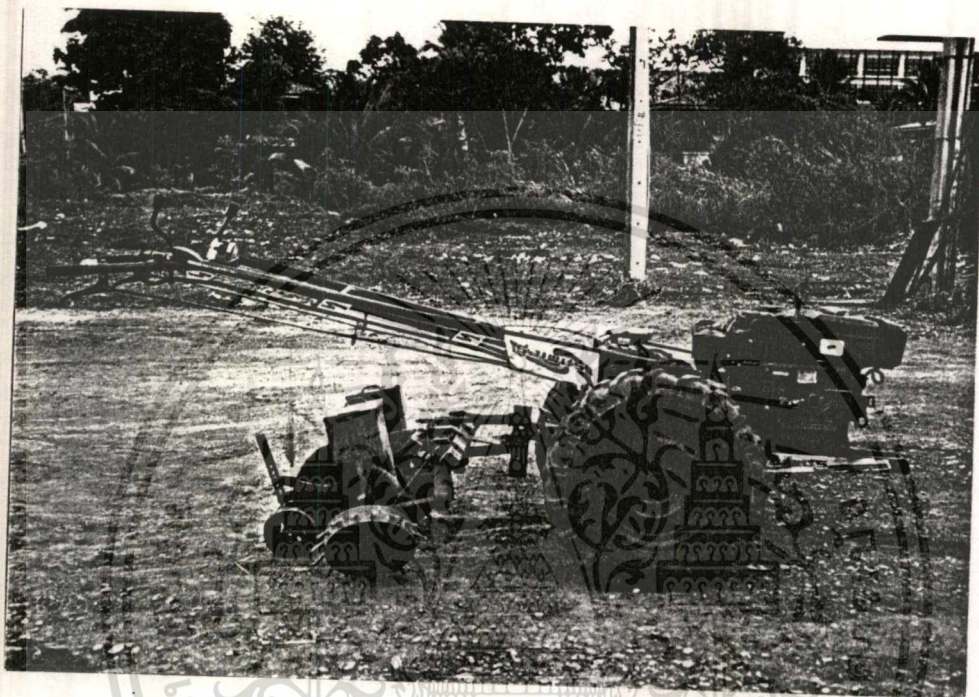
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 3.11 ชุดงานเบรกรองและ Inverted - T
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 ต้อกลบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับครูใช้สอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 3.13 เครื่องปลูกถั่วเหลืองแบบเตรียมดินน้อยที่สุดคิดลด ใจเดินสาม
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 การติดตั้งเครื่องปลูกเข้ากับรถไถเดินตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดสอบ

ในการทดสอบจะทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการและในแปลงทดสอบ

4.1 ห้องปฏิบัติการ

- หาอัตราการหยอดเมล็ด โดยการหมุนล้อขับแผ่นหยอดเมล็ด 10 รอบ แล้วนำเมล็ดที่ร่วงเหลือไปชั่งน้ำหนัก ทำการวัดทั้งหมด 3 ครั้ง
- หาอัตราการหยอดปุ๋ย โดยกระทำเช่นเดียวกับการหาอัตราการหยอดเมล็ด

ครั้งที่	น้ำหนักเมล็ด(g)	น้ำหนักปุ๋ย(g)
1	67.24	116.05
2	71.48	92.85
3	32.53	66.88
ค่าเฉลี่ย	57.08	91.93

ตารางที่ 4.1 น้ำหนักเมล็ดที่ร่วงเหลือและปุ๋ยตามรอบที่ทดสอบ

ล้อจิกที่ขับแผ่นหยอดมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 52 cm. หมุน 10 รอบ จะได้ระยะทาง $10\pi d = 10.53$ m.

$$\begin{aligned} \therefore \text{จะได้} \quad \text{อัตราการหยอดเมล็ด} &= 57.08 / 10.053 \\ &= 5.69 \text{ g/m} \quad (18.17 \text{ กก./ไร่}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{อัตราการให้ปุ๋ย} &= 91.87 / 10.053 \\ &= 9.14 \text{ g/m} \quad (29.22 \text{ กก./ไร่}) \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 แปลงทดสอบ

4.2.1 สภาพพื้นที่ที่ใช้ในการทดสอบ

ทำการเก็บข้อมูลของดินในพื้นที่ที่ใช้ในการทดสอบ

- ความชื้นในดิน 30.18 %
- ความหนาแน่นรวม (ก่อนอบ) = 2.025 g/cm^3
- ความหนาแน่นแห้ง (หลังอบ) = 1.406 g/cm^3
- ชนิดของดิน เป็นดินร่วนปนเหนียว
- สภาพพื้นที่ผิวดิน ไม่มีการเตรียมดินมาก่อน มีหญ้าปกคลุมประมาณ 80 %

ครั้งที่	น้ำหนักเปียก(g)	น้ำหนักแห้ง(g)	ปริมาตร (cm^3)	%ความชื้น	ความหนาแน่นรวม (g/cm^3)	ความหนาแน่นแห้ง (g/cm^3)
1	27.49	19.84	14.88	27.82	1.85	1.33
2	16.73	13.84	8.02	29.34	2.09	1.48
3	28.49	17.28	15.46	39.34	1.84	1.12
4	24.63	16.48	10.31	33.09	2.39	1.6
5	22.71	14.76	11.45	35.00	1.98	1.29
6	29.72	24.79	14.88	16.58	2.00	1.68
ค่าเฉลี่ย				30.08	2.025	1.406

ตารางที่ 4.2 ตารางการคำนวณคุณสมบัติของสภาพพื้นที่

4.2.2 สภาพการทำงานของเครื่องปลูก

- ความกว้างและความลึกเฉลี่ยของรอยไถ โดยทำการวัดจำนวน 10 จุด

จุดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย
ความลึก (cm)	3	3	4	3	3	5	5	3	5	5	3.9
ความกว้างของร่อง inverted - T (cm)	9	8	8	8.5	8	9	10	8	9	8	8.55
ระยะห่าง (cm)	1.5	2	2.5	2.5	3	3	2	2.5	3	2	2.55

ตารางที่ 4.3 ค่าความลึกและความกว้างของรอยไถ

- ความสามารถในการกลบเมล็ด สามารถกลบเมล็ดได้ 100 %

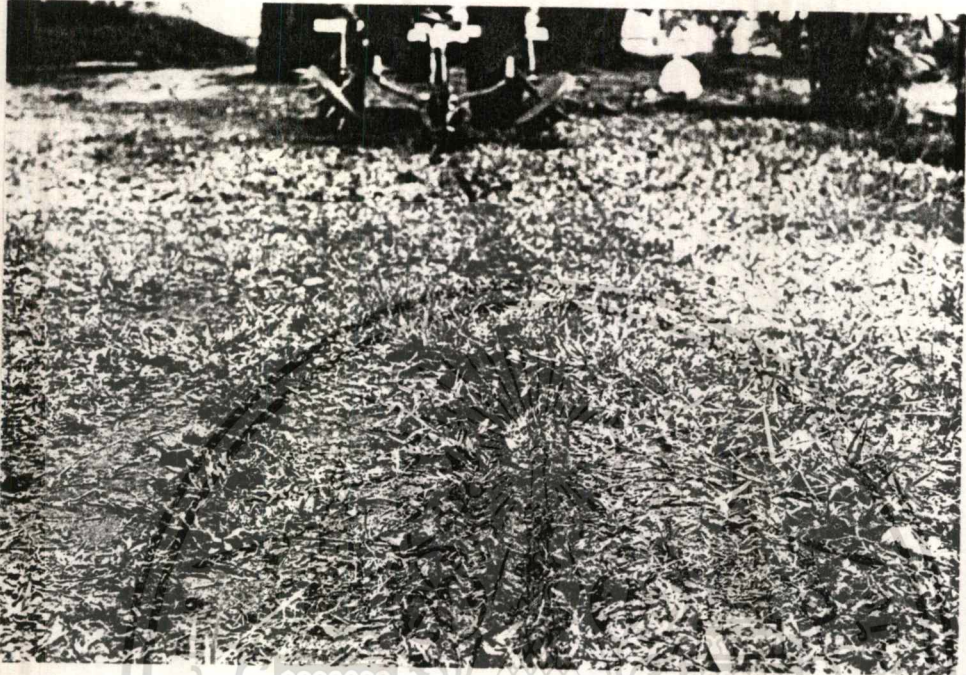
4.2.3 ความเร็วที่ใช้ในการทดสอบ

ทำการจับเวลาในการเคลื่อนที่ระยะทาง 5.4 เมตร ทำการทดสอบ 3 ครั้ง

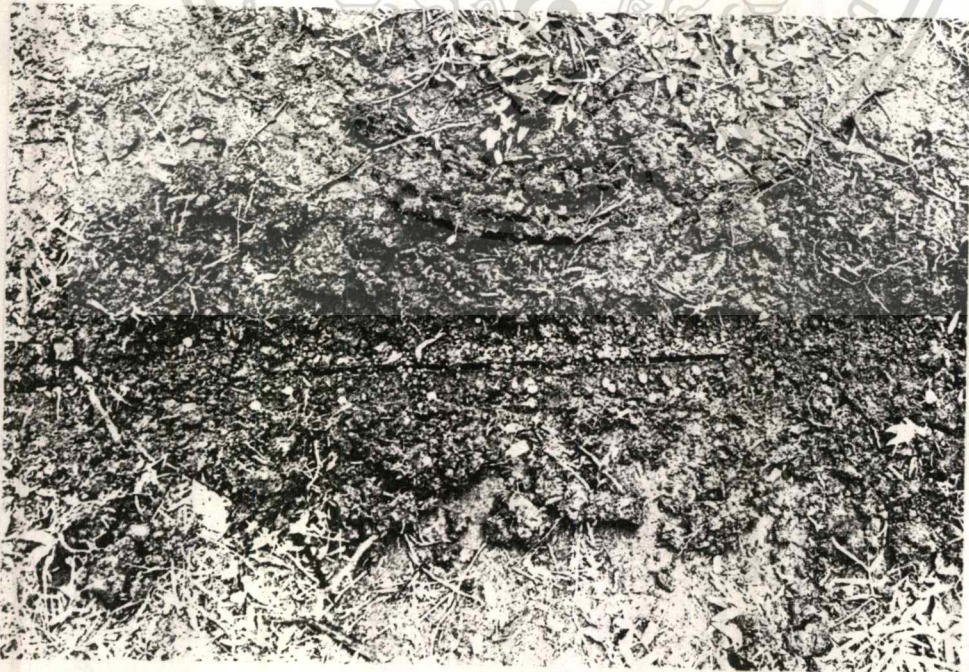
เวลาในการทดสอบ 10 s. 10 s. 11 s.

เวลาเฉลี่ย 10.33 s.

$$\begin{aligned} \therefore \text{ความเร็วที่ใช้ในการทดสอบ} &= 5.4 / 10.33 \\ &= 0.52 \text{ m/s} \end{aligned}$$

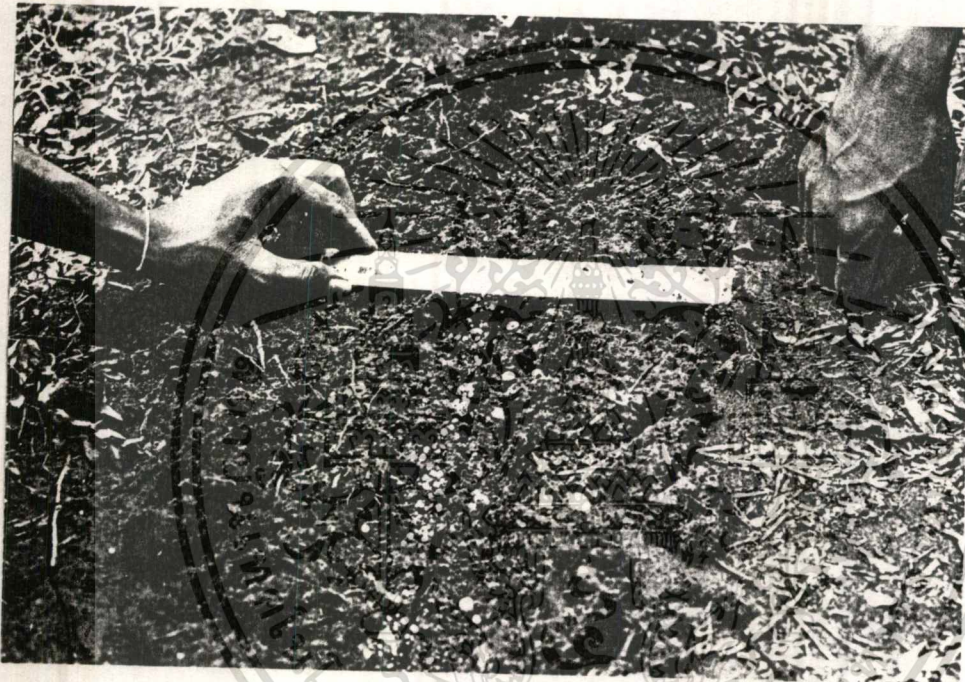


รูปที่ 4.1 แสดงการกลบได้ 100 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.2 การหยอดปุ๋ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดเบลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 การวัดระยะห่างระหว่างปุ๋ยและเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

โครงการนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องปลุกถั่วเหลืองแบบเตรียมดินน้อยที่สุดติดรถไถเดินตาม โดยการสร้างเครื่องปลุกนี้จะเน้นที่การเตรียมดินน้อยที่สุด เพื่อประหยัดเวลาและแรงงานในการเพาะปลูก ใช้จานเบ็กร่องและ Inverted - T ที่ได้ทำการออกแบบเพื่อให้สามารถใช้กับพื้นที่ที่ไม่ได้มีการไถพรวนได้ และติดตั้งอุปกรณ์ให้ปุ๋ยเพื่อให้ปุ๋ยรองพื้นไปพร้อมกับการปลุกถั่วเหลือง โดยมีขอบเขตการใช้งานดังนี้

1. สามารถดัดแปลงเพื่อให้สามารถทำการเพาะปลูกที่ชนิดอื่นได้ โดยการเปลี่ยนขนาดของรูลหอบ และจำนวนรูลหอบ
2. สามารถปรับความลึกของร่องไถได้

ข้อเสนอแนะ

1. เครื่องปลุกถั่วเหลืองนี้ไม่สามารถทำงานที่ความเร็วสูงได้เพราะจะทำให้เมล็ดถั่วเหลืองไหลลงเป็นแนว
2. การเลี้ยวที่หัวงานจะมีปัญหาเพราะมีรัศมีในการเลี้ยวมาก ซึ่งจากหลักการปลุกถั่วเหลืองระยะระหว่างแถวของถั่วเหลือง 50 cm.
3. น้ำหนักของเครื่องปลุกมีน้ำหนักมากทำให้เกิดการหนื่อยล้าในการใช้งานได้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำจาก

อาจารย์จิราภรณ์ เบนญาประกายรัตน์

กองเกษตรวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อน ๆ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร เจ้าหน้าที่
ปฏิบัติการประจำอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเกษตร รวมทั้งผู้ที่มีส่วนร่วมและช่วยเหลือจนทำให้
ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ทางผู้จัดทำขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ทางคณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่านไม่มากก็น้อยคุณ
ความดีของปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบแด่ ท่านอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาตราบนาน
วันสุดท้ายของการเรียน

วันที่ 28 มีนาคม พ.ศ. 2541

คณะผู้จัดทำ

นายมรกต คำผิง

นายสงวน ศรีปัญญา

นายสุชาติ สวัสดิ์ดวง

เอกสารอ้างอิง

1. ดร.แสวง กุลทองคำ , 2523 , คู่มือการเกษตร , สมาคมการค้าปุ๋ยและธุรกิจการเกษตรไทย
หน้า 65-90
2. สุนทร พูนพิพัฒน์ , 2526 , เทคโนโลยีการผลิตพืชและการใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ เล่ม2 ,ภาค
วิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , หน้า 663-668
3. ดร.ปิยะ คงพัชตรา , 2538 , หลักการและวิธีการใส่ปุ๋ย , ภาควิชาปฐพีวิทยา
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , หน้า 57-58 ,245-250
4. สุรเวทย์ กฤษณะเสรมณี , 2540 , เครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับถั่วเหลือง , กองเกษตรวิศวกรรม
กรมวิชาการเกษตร , หน้า 9-45
5. S.A.M.S KIBRIA , 1991 , Agricultural Machinery Design and Data Handbook
(Seeders and Planter) RNAM 48-S7
6. ศ.ดร.วรวิทย์ อังภาภรณ์ , 2521 , การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม1 , บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่นจำกัด ,
หน้า 228-247
7. ศ.ดร.วรวิทย์ อังภาภรณ์ , 2521 , การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม2 , บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่นจำกัด ,
หน้า 108-139 , 308-343